

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUTIVIDADE E QUALIDADE**

**EFICIÊNCIA PRODUTIVA DE PROGRAMAS DE ENSINO DE  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIAS:**  
**UMA APLICAÇÃO DO MÉTODO ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS - DEA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**FRANCISCO CANINDÉ DE PAIVA**

Florianópolis, agosto de 2000

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUTIVIDADE E QUALIDADE**

**EFICIÊNCIA PRODUTIVA DE PROGRAMAS DE ENSINO DE  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIAS:  
UMA APLICAÇÃO DO MÉTODO ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS - DEA**

**FRANCISCO CANINDÉ DE PAIVA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do grau de Mestre em Engenharia.  
**Orientador: Jair dos Santos Lapa, Ph.D.**

Florianópolis, agosto de 2000

**EFICIÊNCIA PRODUTIVA DE PROGRAMAS DE ENSINO DE  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIAS:  
UMA APLICAÇÃO DE ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS - DEA**

**FRANCISCO CANINDÉ DE PAIVA**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre, Especialidade Engenharia de Produção, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.



---

Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D. – Coordenador

**Banca Examinadora:**



---

Prof. Jair dos Santos Lapa, Ph.D. – Orientador



---

Profª. Joana D' arc de Oliveira, Ms

Co - orientadora



---

Profª. Ana Lúcia Miranda Lopes, Dra. – Membro



---

Prof. Robert W. Samohyl, Ph.D. – Membro

Florianópolis, agosto de 2000.

## DEDICATÓRIA

*A minha mulher Dalva Iracema, pelas  
angústias e preocupações que passou  
por minha causa, por dedicar parte de sua  
vida a mim, pelo amor, carinho e estímulo  
que me ofereceu, dedico-lhe essa conquista  
com gratidão.*

*“ É preciso ousar para dizer cientificamente que*

*estudamos,  
aprendemos,  
ensinamos,  
conhecemos nosso corpo inteiro.*

*Com sentimentos,  
com as emoções,  
com os medos,  
com a paixão e também  
com a razão crítica. Jamais com esta apenas.*

*É preciso ousar para jamais dicotomizar o cognitivo do emocional.”*

**Paulo Freire**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter permitido que, apesar dos obstáculos pessoais pelos quais passei, concluísse este trabalho.

Ao professor Jair dos Santos Lapa, pela oportunidade, orientação e por acreditar na minha capacidade de desenvolver este trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior – CAPES e as Universidades do Amazonas e a Federal de Santa Catarina, por terem tornado possível a realização deste curso.

A Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica – FUCAPI, que além do apoio financeiro, concedeu-me prazo necessário para a conclusão deste trabalho.

Aos membros da Banca Examinadora, cujas recomendações contribuíram para o enriquecimento desta dissertação.

A todos aqueles que, com senso crítico e sugestões, colaboraram para a realização deste trabalho e, em especial a professora Joana D'arc de Oliveira.

À minha mãe, Eunice, e aos meus filhos, Fábio, Marília, Fabíola e Nayara que mesmo à distância, sempre transmitiam confiança e apoio para que eu continuasse este trabalho. Obrigado por vocês estarem sempre ao meu lado.

Ao amigo Marcelo Grangeiro Quirino e a amiga Gretel Yerstin Villmonte Techera pelo companheirismo, atenção e compreensão nos dias de angústia, a minha eterna gratidão.

A amiga Soraya Pimenta por ter sido a primeira incentivadora deste empreendimento.

A amiga Lillian Daisy Gonçalves Wolff pela tradução do resumo deste trabalho.

Aos amigos e professores Niomar Lins Pimenta e Guajarino Araújo Filho, pelo apoio, compreensão e viabilização do tempo necessário ao desenvolvimento deste trabalho.

Aos colegas que fazem parte das coordenações de curso, que ficaram com suas atividades sobrecarregadas para que eu pudesse me dedicar exclusivamente ao curso de mestrado.

Agradeço a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para concretização deste trabalho.

# SUMÁRIO

LISTA DE SÍMBOLOS E VARIÁVEIS	ix
LISTA DE SIGLAS DAS INSTITUIÇÕES	xi
LISTA DE SIGLAS USADAS NA DISSERTAÇÃO	xiii
LISTA DE QUADROS	xiv
LISTA DE TABELAS	xv
RESUMO	xvi
ABSTRACT	xvii
<b>Capítulo 1</b>	<b>1</b>
INTRODUÇÃO	1
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVO	2
1.3 JUSTIFICATIVA E LIMITAÇÃO DA PESQUISA	3
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	4
<b>Capítulo 2</b>	<b>6</b>
O ENSINO DA PÓS-GRADUAÇÃO NO BRASIL	6
2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	6
2.2 CONSTITUIÇÃO E MECANISMO DE IMPLEMENTAÇÃO DA PÓS-GRADUAÇÃO	8
2.3 O ESTÁGIO ATUAL DA PÓS-GRADUAÇÃO	10
<b>Capítulo 3</b>	<b>12</b>
AVALIAÇÃO DOS PROGRAMAS DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO NO BRASIL	12
3.1 AVALIAÇÃO DA PÓS-GRADUAÇÃO REALIZADA PELA CAPES	12
3.2 OS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DA ENGENHARIA	13
3.2.1 Engenharia I	15
3.2.2 Engenharia II	16
3.2.3 Engenharia III	17
3.2.4 Engenharia IV	19
<b>Capítulo 4</b>	<b>21</b>
ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS	21
4.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	21
4.2 APLICAÇÃO DO DEA NA EDUCAÇÃO	22
4.3 ABORDAGEM DEA	23



4.4 OS MODELOS BÁSICOS DEA	25
4.4.1 O modelo CCR	26
4.4.2 O modelo BCC	30
<b>Capítulo 5</b>	33
<b>BANCO DE DADOS DA PESQUISA</b>	33
5.1 FONTE DOS DADOS	33
5.2 OS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO AVALIADOS	33
5.3 AS VARIÁVEIS	36
5.4 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DO BANCO DE DADOS	38
<b>Capítulo 6</b>	42
<b>CÁLCULO DOS INDICADORES DE EFICIÊNCIA</b>	42
6.1 OS INDICADORES DE EFICIÊNCIA PRODUTIVA	42
6.2 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO MÉTODO DEA	49
6.3 CONSTRUÇÃO DA FRONTEIRA DE EFICIÊNCIA PRODUTIVA	52
6.4 ESTIMATIVA DE GANHO DE PRODUTIVIDADE	56
<b>Capítulo 7</b>	63
<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b>	63
7.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
7.2 CONCLUSÕES	63
7.3 RECOMENDAÇÕES	65
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	67
<b>ANEXO 1</b>	74

## LISTA DE SÍMBOLOS E VARIÁVEIS

$[X; Y]$	Plano de operação qualquer
$[X^0; Y^0]$	Plano de operação executado pela UTD <sup>0</sup>
$[\bar{X}; \bar{Y}]$	Plano de operação que a UTD <sup>0</sup> pode vir a executar
$h_1$	Taxa de eficiência relativa da UTD <sub>1</sub>
$m$	Número de insumos
$n$	Número de unidades
$p^0$	Produtividade do plano $[X^0; Y^0]$
$s$	Número de produtos
$\Sigma$	Somatória
$U^0$	Vetor de pesos atribuídos aos produtos $Y^0$ pela UTD <sup>0</sup>
$u_r$	Variável de decisão que representa o peso dado ao produto $r$
$V^0$	Vetor de pesos atribuídos aos insumos $X^0$ pela UTD <sup>0</sup>
$v_i$	Variável de decisão que representa o peso dado ao <i>insumo</i> $i$
$X$	Vetor consumo
$x_{ij}$	A quantidade de <i>insumo</i> observado $i$ da unidade $j$
$x_{i1}$	A quantidade de <i>insumo</i> $i$ da UTD sendo testada
$X_j$	Quantidade de insumo associado a $j$ -ésima UTD
$Y$	Vetor produção
$Y_j$	Quantidade de produto associado a $j$ -ésima UTD
$y_{rj}$	A quantidade de <i>produto</i> observado $r$ da unidade $j$
$y_{r1}$	A quantidade de <i>produto</i> $r$ da UTD sendo testada
ALMDO	Aluno matriculado no doutorado
ALMME	Aluno matriculado no mestrado
ALMTOT	Aluno matriculado total
ALNDO	Aluno novo no doutorado
ALNME	Aluno novo no mestrado

ALNTOT	Aluno novo total
ALTDO	Aluno titulado no doutorado
ALTME	Aluno titulado no mestrado
ALTTOT	Aluno titulado total
DOCDO	Docente doutor
DOCNDO	Docente não doutor
DOCTOT	Docente total
PNEXT	Publicações no exterior
PNPAÍS	Publicações no país
PTOTAL	Publicações total

## LISTA DE SIGLAS DAS INSTITUIÇÕES

CEFET/PR	Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná
EFEI	Escola Federal de Engenharia de Itajubá
FAENQUIL	Faculdade de Engenharia Química de Lorena
FURG	Fundação Universidade do Rio Grande
IME	Instituto Militar de Engenharia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ITA	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
PUC/RS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
PUC/RIO	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina
UEM	Universidade Estadual de Maringá
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
UFF	Universidade Federal Fluminense
UFMA	Universidade Federal do Maranhão
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFPA	Universidade Federal do Pará
UFPB/C.G	Universidade Federal da Paraíba/Campina Grande
UFPB/J.P	Universidade Federal da Paraíba/João Pessoa
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFSCAR	Universidade Federal de São Carlos
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UFU	Universidade Federal de Uberlândia

UFV	Universidade Federal de Viçosa
UNB	Universidade de Brasília
UNESP/GUAR	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho/Guaratinguetá
UNESP/IS	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho/Ilha Solteira
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USP	Universidade de São Paulo
USP/SC	Universidade de São Paulo/São Carlos

## LISTA DE SIGLAS USADAS NA DISSERTAÇÃO

BCC	Modelo DEA proposto por Banker, Charnes e Cooper
CAPES	Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior
CCR	Modelo DEA proposto por Charnes, Cooper e Rhodes
DEA	Data Envelopment Analysis
DO	Doutor
DP	Docente permanente
IC	Iniciação científica
IES	Instituição de Ensino Superior
MEC	Ministério da Educação e do Desporto
P1	Publicação de “primeira linha”
PET	Programa Especial de Treinamento
PT	Publicação total
SNPG	Sistema Nacional de Pós-graduação
TD	Tese de Doutorado
TM	Tese de Mestrado
UTD	Unidade Tomadora de Decisão

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Síntese dos dados da avaliação da CAPES-98	11
Quadro 3.1 – Síntese dos dados das engenharias	14

## LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 – Programas selecionados para pesquisa _____	34
Tabela 5.2 – Variáveis do banco de dados _____	37
Tabela 5.3 – Variáveis construídas _____	37
Tabela 5.4 – Medidas estatísticas relativas às variáveis (observadas e construídas) nos programas de pós-graduação das engenharias _____	38
Tabela 5.5 – Matriz de correlações lineares _____	40
Tabela 6.1 – Correlação para o modelo de eficiência _____	45
Tabela 6.2 – Indicadores de ineficiência detectados em cada passo _____	46
Tabela 6.3 – Meta estimada para o programa de Engenharia de Produção _____	50
Tabela 6.4 – Resultados estatísticos do modelo estudado _____	51
Tabela 6.5 – Distribuição dos programas por nível de eficiência – Modelo DEA – CCR orientado para insumo _____	51
Tabela 6.6 – Plano de Referência dos programas ineficientes _____	53
Tabela 6.7 – Indicador de ineficiência obtido pelo modelo CCR _____	56
Tabela 6.9 – Estimativa de ganho de produtividade dos programas ineficientes _____	59



## RESUMO

Esta dissertação propõe uma estrutura para avaliar a eficiência produtiva dos programas de ensino de pós-graduação, mais especificamente os programas de pós-graduação na área das engenharias. A avaliação é feita utilizando-se da Análise Envoltória de Dados, cujo objetivo é calcular um indicador de eficiência relativo que computa a eficiência produtiva. Os resultados obtidos revelaram seis programas de pós graduação eficientes do ponto de vista produtivo e 113 ineficientes. Dos seis programas eficientes, dois programas oferecem simultaneamente os cursos de mestrado e doutorado e quatro oferecem só o curso de mestrado. Tais resultados devem ser encarados como preliminares da aplicação de Análise Envoltória de Dados no tocante a avaliação da eficiência produtiva dos programas de pós-graduação das engenharias, visto que, uma aplicação completa exigiria a continuidade da avaliação com a realização de estudos mais aprofundados e a construção de um banco de dados mais completos do que este que foi utilizado nesta pesquisa.

**Palavras Chaves:** Análise Envoltória de Dados; Avaliação da Eficiência Produtiva; Eficiência Produtiva; Indicador de Eficiência.

## **A B S T R A C T**

This dissertation proposes a structure to evaluate the productive efficiency of Graduate Learning Programs , more specifically, the Engineering Graduate Programs. The evaluation is done by the use of the Data Envelopment Analysis, which objective is to calculate a relative efficiency rate that computes the productive efficiency. The obtained results revealed 6 (six) efficient graduate programs and 113 (one hundred and thirteen) non-efficient ones, by the productive point of view. In the 6 (six) efficient programs set, (2) two of them offer, simultaneously, the master and doctorate courses and 4 (four) offer only the master course. Such results must be seen as the preliminaries of the Data Envelopment Analysis application to the evaluation of the Engineering Graduate Programs productive efficiency, since an overall application would request the continuity of the evaluation with deeper studies and the construction of a more complete data base than the one used in this research.

**Key Words:** Productive Efficiency; Efficiency Rate; Data Envelopment Analysis; Productive Efficiency Evaluation; DEA.

# Capítulo 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os sucessivos avanços científicos e tecnológicos e a demanda do mercado por profissionais com elevada qualificação técnica já deixavam transparecer, no início da década de 60, que os cursos de graduação não mais atendiam às necessidades impostas pelo progresso e tornavam evidente a necessidade de criação de um novo nível de ensino – o de pós-graduação.

A história do ensino superior no Brasil do século XX está dividida em duas fases: antes e depois da implantação do ensino da pós-graduação em 1965, quando o Conselho Federal de Educação – CFE definiu a estrutura da pós-graduação em termos de mestrado e doutorado e estabeleceu a organização e funcionamento das atividades de pós-graduação no Brasil.

A Reforma Universitária de 1968 lançou as bases da doutrina nacional da pós-graduação e atribuiu ao CFE o credenciamento dos programas de pós-graduação *stricto sensu*.

Os programas de ensino de pós-graduação vêm sendo avaliados no Brasil quase que exclusivamente sob o prisma da qualidade científica necessária para consolidar o ensino de pós-graduação no Brasil, apesar da legislação atribuir ao Ministério de Educação e do Desporto – MEC a tarefa de realizar avaliação das Instituições de Ensino Superior – IES's e a direcionar para os fatores que determinam a qualidade e a eficiência das atividades de ensino, pesquisa e extensão.

Tal ocorrência prende-se ao fato dos resultados da avaliação da Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior – CAPES, apesar de prioritariamente destinados à classificação de programas de ensino de pós-graduação com vistas à alocação de recursos para a consolidação desse nível de ensino, estarem sendo empregados, pelo CFE, para credenciamento e credenciamento de referidos programas e, pelas próprias instituições de ensino superior, para orientar a implantação e o aperfeiçoamento de seus cursos de pós-graduação.

Tendo em vista o fato apresentado, urge a realização de pesquisas voltadas para a avaliação da eficiência dos programas de pós-graduação brasileiros.

## 1.2 PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVO

O todo não pode ser eficiente se uma de suas partes for ineficiente. Portanto, para que as IES's sejam eficientes, necessário se faz assegurar que os programas de ensino de pós-graduação operem eficientemente. Não foi encontrado na literatura revisada estudo que buscasse tornar eficientes os programas de pós-graduação brasileiros. Face ao exposto, surgiu o problema de pesquisa de que trata esta dissertação:

*Como eliminar focos de ineficiência existentes em um programa de ensino de pós-graduação?*

A resposta a essa pergunta foi encontrada com a realização de uma pesquisa com o objetivo de *construir fronteiras de eficiência produtiva empíricas dos programas de ensino de pós-graduação que possibilitassem:*

- ♦ identificar as variáveis observadas mais relevantes para avaliar a eficiência dos programas de ensino de pós-graduação em engenharia no biênio 1996/97;

- ♦ identificar os programas eficientes e ineficientes do ponto de vista produtivo; e
- ♦ determinar ações que eliminem os focos de ineficiência detectados.

### 1.3 JUSTIFICATIVA E LIMITAÇÃO DA PESQUISA

A literatura sobre avaliação de programas de ensino de pós-graduação no Brasil está carente de modelos quantitativos de avaliação da eficiência produtiva que contemplem os múltiplos fatores envolvidos na atividade universitária e considerem os princípios e características que norteiam este tipo de avaliação.

Apesar da reiterada intenção das organizações universitárias em operarem eficientemente na transformação de seus recursos em resultados, a avaliação dessa eficiência produtiva não tem recebido atenção especial por parte da comunidade acadêmica.

O desenvolvimento de formas para eliminar os focos de ineficiências dos programas de pós-graduação possibilitará que estes possam tornar-se eficientes.

A pesquisa foi limitada à área de engenharia e ao biênio 96/97 pelas seguintes razões:

- ♦ os critérios de avaliação de desempenho dos programas de pós-graduação variam de área para área do conhecimento humano, haja vista que até mesmo as agências de fomento ao desenvolvimento da pós-graduação e pesquisa, e a CAPES em particular, avaliam o desempenho por área de conhecimento; ↵
- ♦ a área de engenharia possui a segunda maior quantidade de alunos titulados na pós-graduação; e ↵

- ♦ o relatório da CAPES "Situação da Pós-graduação", que engloba os dados do biênio 96/97, é considerado a melhor fonte de consulta sobre os programas de ensino de pós-graduação.

## 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é composto de seis capítulos e um anexo. No primeiro capítulo é introduzido o tema avaliação dos programas de ensino de pós-graduação no Brasil, o problema de pesquisa foi apresentado e justificado e o objetivo a ser alcançado foi estabelecido.

O capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica que possibilitou a definição do problema. Ele revisa as publicações sobre a pós-graduação no Brasil desde a sua implantação até o estágio atual.

No capítulo 3 foi apresentado o objeto de estudo desta pesquisa, os programas de ensino de pós-graduação das engenharias, que estão distribuídos em quatro grupos: Engenharia I, II, III e IV.

O capítulo 4 apresenta o método de Análise Envoltória de Dados, sua aplicação na área educacional e seus modelos básicos.

O capítulo 5 trata do banco de dados da pesquisa. Foram feitos relatos sobre os resultados da análise estatística exploratória, realizada com o objetivo de investigar qual o significado das informações contidas nos dados disponíveis.

O capítulo 6 descreve o cálculo dos indicadores de eficiência, os resultados da aplicação da DEA, a construção da fronteira de eficiência e a estimativa de ganho de produtividade.

No capítulo 7 encontram-se as conclusões relativas a esta pesquisa, assim como as recomendações para futuros trabalhos.

Esta dissertação se completa com um anexo, que trata do banco de dados da pesquisa.

## Capítulo 2

# O ENSINO DA PÓS-GRADUAÇÃO NO BRASIL

### 2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O crescente avanço, tanto da ciência como da tecnologia, aliado à expansão do mercado de trabalho, evidenciava a impossibilidade dos cursos de graduação atenderem às necessidades impostas pelo progresso sócio-econômico brasileiro, surgindo então, a necessidade da criação e, em etapa posterior, a consolidação de um novo nível de ensino – o de pós-graduação.

O ensino da pós-graduação é um marco na história do ensino superior brasileiro no século XX, a qual, pode-se dizer, dividi-se em duas fases: a anterior e a posterior à implantação da pós-graduação, que aconteceu em 1965.

Até a década de 50, o ensino superior brasileiro limitava-se praticamente à graduação, de caráter eminentemente profissional, com exceção de poucos cursos de especialização ministrados com relativa regularidade em centros de excelência, como a Faculdade de Filosofia da Universidade de São Paulo.

A pós-graduação, sob as modalidades de mestrado e doutorado, teve início nos primeiros anos da década de 60, na então Escola Superior de Agricultura de Viçosa, na Universidade Federal do Rio de Janeiro e no Instituto Tecnológico de Aeronáutica. As iniciativas logo se proliferaram e, já em 1965, contava-se com quase 30 cursos de pós-graduação, na sua grande maioria mestrado e alguns poucos doutorados. Nesse mesmo ano, o Conselho Federal de Educação, através do Parecer n.º 977/65 de autoria do conselheiro Newton Sucupira, definiu a estrutura do



sistema de pós-graduação *stricto sensu* em termos de mestrado e doutorado, estabelecendo dessa forma sua organização e funcionamento.

O parecer n.º 977/65 caracterizou os cursos de pós-graduação em seus aspectos fundamentais, evitando estabelecer padrões rígidos que viessem a prejudicar a flexibilidade essencial às atividades de pós-graduação. Os princípios gerais então estabelecidos não foram significativamente modificados até hoje:

- ◆ distinção entre pós-graduação “*lato sensu*” (aperfeiçoamento e especialização) e pós-graduação “*stricto sensu*” (mestrado e doutorado);
- ◆ divisão do programa de estudos em duas fases – a primeira com frequência a disciplinas e seminários e a segunda de pesquisa e redação da dissertação ou tese, sob a orientação de um professor qualificado;
- ◆ estruturação curricular em disciplinas ou matérias vinculadas a uma área de concentração e disciplinas complementares ou de “domínio conexo”;
- ◆ flexibilidade na composição dos programas individuais de estudo, estabelecendo um elenco de disciplinas eletivas;
- ◆ duração mínima e fluxo de ensino variável, permitindo maior flexibilidade na organização de programas individuais de estudo, compatibilizando a aceitação de alunos em tempo integral e parcial;
- ◆ rigorosa seleção intelectual dos candidatos, garantindo participação ativa do aluno, preferencialmente em tempo integral;

- ♦ coordenação central da pós-graduação, com exigência de credenciamento do curso para que os diplomas tenham validade nacional em seus efeitos legais.<sup>1</sup>

## 2.2 CONSTITUIÇÃO E MECANISMO DE IMPLEMENTAÇÃO DA PÓS-GRADUAÇÃO

Após definido o modelo do ensino de pós-graduação brasileiro faltavam os mecanismos de sua implementação, uma vez que as condições naturais para seu funcionamento eram precárias. Na verdade havia dúvidas no MEC quanto à implementação de um sistema de pós-graduação tão ambicioso em um sistema universitário tão precário. Esta posição está clara no relatório do Grupo de Trabalho sobre Reforma Universitária - GTRU, abaixo descrito:

"Inicialmente, defrontamos a opinião segundo a qual não poderemos pensar em desenvolver a pós-graduação se ainda não conseguimos elevar o nível de eficiência de nossos cursos de graduação. Faltar-nos-ia a infraestrutura necessária à implantação dos cursos pós-graduados. Este argumento nos conduz a verdadeiro círculo vicioso. Se a pós-graduação é o lugar por excelência, onde se formam os professores qualificados do ensino superior, sem ela não poderemos melhorar nossos cursos de graduação. Ou então teríamos que recorrer indefinidamente à formação pós-graduada no estrangeiro, com risco de perdermos nossos melhores cientistas como ocorre atualmente. Temos, portanto, de romper o círculo vicioso. Nas condições atuais, não podemos esperar que as Universidades, por sua própria iniciativa, resolvam o problema a curto prazo. " (...) Daí a necessidade de se promover uma política nacional de pós-graduação que coordene esforços e mobilize recursos materiais e humanos". (Relatório GTRU, MEC, 1968, pp. 41-43)

---

<sup>1</sup> Formalizado através do Parecer CFE n.º 77/69.

Esse Grupo de Trabalho sobre Reforma Universitária propôs implementar o sistema de pós-graduação, reconhecendo que já existiam no Brasil, espalhados por várias universidades, pesquisadores capacitados, trabalhando isoladamente, muitas vezes sem uma estrutura adequada. A questão seria concentrar recursos humanos e financeiros em determinadas áreas geográficas. Esta constatação levou à criação dos “Centros Regionais de Pós-Graduação”, através do decreto n.º 63.343 de dezembro de 1968 que disciplinou a criação de cursos de pós-graduação e que promoveu a melhoria da pós-graduação estimulando a participação nesses programas de especialistas existentes na área geográfica do Centro Regional. Os principais argumentos em favor de tais Centros eram:

- i. a importância fundamental da pós-graduação para a pesquisa científica e a formação de professores do ensino superior e de tecnólogos de alto padrão;
- ii. a necessidade de se oferecerem adequadas condições aos cientistas brasileiros e de se estimular o retorno dos que se encontram no exterior; e
- iii. a existência de cursos de pós-graduação ser matéria de interesse nacional, tendo em vista a expansão e o aprimoramento do ensino superior e a necessidade de desenvolvimento da pesquisa científica e tecnológica.

A Reforma Universitária de 1968 confirmou os princípios estabelecidos pelo Conselho Federal de Educação em 1965 ao formalizar, o credenciamento dos programas de pós-graduação *stricto sensu* pelo CFE, a carreira do magistério superior sobre os graus de mestre e doutor, e as bases da doutrina nacional de pós-graduação (In: Pós-Graduação: Educação e Mercado de Trabalho, 1995:10).

A CAPES desempenhou um papel decisivo para a implantação e expansão do sistema da pós-graduação nas últimas décadas. Por conta deste esforço, o Brasil conta hoje, com quase dois mil cursos de mestrado e doutorado, cerca de setenta e dois mil estudantes e forma mais de doze mil mestres e três mil e seiscentos doutores por ano (In: Relatório de Atividades da CAPES em 1998 p.8).

### **2.3 O ESTÁGIO ATUAL DA PÓS-GRADUAÇÃO**

O Sistema Nacional de Pós-graduação no Brasil, contava em 1998 com 1298 programas de pós-graduação, ministrados em 128 Instituições de Ensino Superior – IES's. Sendo que estas instituições são na sua grande maioria universidades e alguns poucos estabelecimentos isolados.

O número total dos programas de ensino de pós-graduação estão divididos em oito grandes áreas de conhecimento, a saber:

- i. Ciências Exatas e da Terra;
- ii. Ciências Biológicas;
- iii. Engenharias;
- iv. Ciências da Saúde;
- v. Ciências Agrárias;
- vi. Ciências Sociais Aplicadas;
- vii. Ciências Humanas; e
- viii. Lingüística, Letras e Artes.

Dentro das oito grandes áreas de conhecimento, 72 áreas de estudo foram avaliadas.

O quadro 2.1 apresenta a síntese dos programas de pós-graduação existentes no biênio 96/97<sup>2</sup>.

Quadro 2.1 – Síntese dos dados da avaliação da CAPES - 98

Total De Programas	Cursos Oferecidos			Alunos Novos		Alunos Matriculados (em Dezembro)		Alunos Titulados		Docentes Permanentes	
	Me	Me/Do	Do	Me	Do	Me	Do	Me	Do	Total	Do
1.298	601	661	26	17.564	6.196	47.717	24.490	11.988	3.663	14.190	13.568

Fonte: CAPES/MEC

Observa-se que: i) 95,62 % dos docentes permanentes são doutores; ii) 3 alunos titulam-se no mestrado, para cada aluno titulado no doutorado; iii) o número de alunos matriculados no mestrado é aproximadamente 2 vezes o número de alunos matriculados no doutorado; iv) o número de alunos novos no mestrado é aproximadamente 3 vezes o número de alunos novos no doutorado.

<sup>2</sup> Nas colunas dos cursos oferecidos, **Me** indica que o programa oferece somente curso de mestrado; **Me/Do**, oferece simultaneamente curso de mestrado e doutorado; **Do** somente curso de doutorado. Nas colunas dos alunos, **Me**, indica quantidade no mestrado e **Do** no doutorado. Nas colunas de docentes, **Do** indica professor com doutorado.

## Capítulo 3

# AVALIAÇÃO DOS PROGRAMAS DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO NO BRASIL

### 3.1 AVALIAÇÃO DA PÓS-GRADUAÇÃO REALIZADA PELA CAPES

A CAPES, instituição pioneira no fomento à implantação de cursos de mestrado e doutorado, possui há mais de 20 anos, um processo sistemático e bem sucedido, de avaliação desses cursos.

Esse processo já está consolidado e goza de reconhecimento e aceitação, tanto no meio acadêmico como no meio político.

Essa Fundação tem demonstrado flexibilidade e capacidade de renovar esse processo, ajustando-o às rápidas transformações do panorama educacional e científico e da realidade brasileira. Após longa discussão com a comunidade acadêmica e com as instituições envolvidas, a CAPES introduziu em 1998 alterações substanciais nesse processo.

A avaliação da qualidade do ensino da pós-graduação no Brasil é acompanhada sistematicamente por comissões de pares escolhidos pela CAPES em consulta à comunidade acadêmica. Essas comissões atribuem conceitos aos diversos programas de pós-graduação e fazem críticas e recomendações. As avaliações da CAPES são realizadas periodicamente (a cada dois anos) e servem de base para a distribuição de bolsas de estudo e benefícios aos diversos programas de pós-graduação e são também utilizadas como referência por outras instituições de fomento às atividades de pós-graduação, governamentais ou não.

De acordo com o Relatório de Atividades da CAPES em 1998, foi analisado dentre outros fatores: as características do corpo docente e discente, as atividades de pesquisa e produção científica, técnica e artística,

a estrutura curricular, além dos relatórios de visitas técnicas de consultores aos programas.

Uma inovação na avaliação do biênio 1996/1997, foi a incorporação da visão dos empregadores e dos alunos de pós-graduação, o que traz novos e importantes subsídios para a política de pós-graduação.

A avaliação apresentou também duas diferenças básicas: a unidade avaliada deixou de ser o curso, passando a ser o programa de pós-graduação, que pode estar oferecendo cursos de mestrado e doutorado ou apenas um deles; e, os conceitos atribuídos aos programas, em lugar da antiga escala de cinco conceitos de A a E, são agora são representados por sete valores, que variam de 1 a 7.

Neste contexto, esta avaliação foi realizada por 42 comissões formadas por um total de 404 consultores. Cinco observadores externos participaram da avaliação dos programas de arquitetura e urbanismo, engenharia, odontologia e planejamento urbano/demografia.

A avaliação efetuada em 1998 foi dividida em dois momentos: num primeiro momento, os programas foram enquadrados em um dos cinco primeiros níveis da escala de conceitos. Numa etapa posterior, os programas que ofereciam curso de doutorado e tinham recebido conceito 5 foram reavaliados, com o objetivo de identificar os padrões de excelência de desempenho previstos para atribuição dos conceitos 6 e 7. Os conceitos 1 e 2 foram atribuídas aos programas que não atendiam aos requisitos mínimos para o desenvolvimento de atividades de pós-graduação stricto sensu.

### 3.2 OS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DA ENGENHARIA

O objeto de investigação desta pesquisa são os programas de pós-graduação da área das engenharias, na avaliação relativa ao biênio 1996/97, realizada pela CAPES em 1998.

O quadro 3.1 apresenta uma síntese dos dados da avaliação no biênio 96/97 feita pela CAPES nos programas de ensino de pós-graduação das engenharias.

Quadro 3.1 – Síntese dos dados das engenharias

Total De Programas	Cursos Oferecidos			Alunos Novos		Alunos Matriculados (em Dezembro)		Alunos Titulados		Docentes Permanentes	
	Me	Me/Do	Do	Me	Do	Me	Do	Me	Do	Total	Do
142	78	64	0	3442	962	8215	3984	1872	492	1893	1837

Fonte: CAPES/MEC

Na avaliação de 1998 foram avaliados 142 programas na grande área das engenharias. Isso representa 10,94% de todos os programas avaliados. Podemos ainda observar os seguintes aspectos:

- i. os alunos novos das engenharias, na modalidade mestrado e doutorado representam 19,60% e 15,53% respectivamente do total de alunos novos no SNPG;
- ii. os alunos matriculados, representam 17,22% e 16,27% respectivamente do total de alunos matriculados nos programas de pós-graduação;
- iii. os alunos titulados, representam 15,62% e 13,43% respectivamente do total de alunos titulados na pós-graduação;
- iv. finalmente, os docentes permanentes das engenharias, representam 13,34% e os docentes doutores representam 13,54% do total de docentes do Sistema Nacional de Pós-graduação – SNPG.

A grande área de conhecimento das engenharias é composta por quatro grupos: Engenharia I, Engenharia II, Engenharia III e Engenharia IV.



### 3.2.1 Engenharia I

Segundo classificação adotada pela CAPES, o grupo Engenharia I, engloba:

- i. Engenharia Civil;
- ii. Estruturas;
- iii. Geotécnica;
- iv. Engenharia Hidráulica;
- v. Engenharia Sanitária; e
- vi. Engenharia de Transporte.

A Comissão de Avaliação dos programas desse grupo, observou um aumento dos valores médios dos principais indicadores de desempenho dos programas, calculados por docente do programa, tais como número de dissertações e teses defendidas, número de trabalhos em periódicos nacionais, número de trabalhos em periódicos internacionais e número total de trabalhos publicados. Foi também observado, um aumento na titulação do corpo docente dos programas. Atualmente, a média de docentes com doutoramento é de 92%, embora ainda existam alguns poucos casos de programas com corpo docente sem um número satisfatório de docentes doutores foi também observada.

Outro aspecto que também chamou atenção foi a redução significativa do tempo de titulação de mestres e de doutores, em relação a avaliações anteriores. Atualmente, a média nacional referente ao tempo médio de titulação de um mestre é de 38,6 meses, com desvio padrão igual a 9,2 meses e o tempo de titulação médio de um doutor é de 63,4 meses, com desvio padrão igual a 8,7 meses.

Os tempos máximos de titulação (média dos programas no biênio) para mestrado e doutorado foram 61,4 e 71,2 meses, respectivamente. Valores tão elevados e afastados da média nacional foram considerados negativos para os respectivos programas.

A carga horária média anual por docente em cursos de graduação também apresentou melhoras, situando-se em 121 horas/docente/ano. Em disciplinas de pós-graduação, tal média foi de 84 horas/docente/ano. Um aumento na produção de dissertações/teses e uma melhoria na composição de bancas de exame, também foi observado.

A avaliação realizada pela CAPES mostrou que o desempenho dos programas de pós-graduação de Engenharias I tem melhorado sensivelmente nas últimas avaliações. A produção científica aumentou significativamente em termos quantitativos e qualitativos, assim como as atividades de formação. Novos programas de pós-graduação surgiram e, no geral, apresentaram desempenho satisfatório.

### 3.2.2 Engenharia II

O grupo Engenharia II abrange:

- i. Engenharia Química;
- ii. Engenharia Metalúrgica e de Materiais;
- iii. Engenharia de Minas; e
- iv. Engenharia Nuclear.

A Comissão de Avaliação observou que, de forma geral, aconteceu uma transparente melhoria de qualidade nas atividades dos programas. Em particular, isto ocorre para todas as suas sub-áreas no tocante aos seus corpos docentes. Foi ainda observado pela Comissão uma internacionalização crescente da produção intelectual, na forma de publicações em periódicos e em anais de congressos no exterior.

Outro aspecto digno de nota na evolução geral do grupo, é a estabilização, e em alguns casos, até mesmo o decréscimo, da formação de mestres e o crescimento do número de doutores formados. Isto denota um amadurecimento da área como um todo, particularmente considerando o

impacto que esse tipo de formação provoca sobre a qualidade da produção dos cursos.

De forma geral, a produção do grupo está associada a uma fração limitada do corpo docente global. Esta fração apresenta, assim, uma alta produtividade e excelência, em nível internacional, levando a um ambiente propício à consideração da classificação de programas no nível 7 da CAPES. Foi considerado importante que os programas apoiem os docentes mais produtivos e incentivem os restantes a aumentar sua produção.

### 3.2.3 Engenharia III



O grupo Engenharia III engloba os programas nas áreas de:

- i. Engenharia aeroespacial;
- ii. Engenharia Aeronáutica;
- iii. Engenharia mecânica;
- iv. Engenharia naval
- v. Engenharia de planejamento energético; e
- vi. Engenharia de produção, além de outras de caráter multidisciplinar relacionados ao grupo II.

A Comissão de Avaliação observou que os indicadores mais importantes, dizem respeito à produção de teses de doutorado e dissertações de mestrado, e à produção científica qualificada. Na seqüência, foram observados o perfil do corpo docente e o corpo discente, a estrutura curricular e o fluxo de alunos. Distorções eventualmente verificadas na consideração dos indicadores associados aos aspectos acima comprometem a expectativa dos melhores níveis.

É importante lembrar que o conceito ou o nível final não é, obrigatoriamente, a média dos indicadores principais ou secundários. A má distribuição entre os docentes (orientação ou produção científica

concentrada em um número restrito de docentes, por exemplo), baixo desempenho em itens considerados altamente relevantes (produção científica qualificada, por exemplo), além de outros aspectos não necessariamente expressos numericamente pelos indicadores propriamente ditos, mas detectados na análise dos relatórios, podem influir no conceito final.

Um aspecto que merece destaque no grupo da Engenharia III é a interdisciplinaridade. Ao se verificar o perfil do corpo docente, os vários veículos de divulgação da produção científica, o teor das teses e das dissertações, assim como o dos trabalhos publicados, constatou-se que os horizontes da área estão <sup>novos</sup> ampliando. Na área de Engenharia de Produção, isto é uma característica marcante, pela grande amplitude de temas de interesse e das várias competências envolvidas. Mas, também, na Engenharia Mecânica, tais características foram encontradas, ao se verificar o transbordamento da área em assuntos como controle e automação, meca-opto-eletrônica, modelagem e simulação de fenômenos físicos e métodos computacionais, dentre outros. Já os programas de planejamento energético, tecnologia e metrologia são intrinsecamente interdisciplinares. Isto se reflete inclusive pela participação de profissionais de outras áreas (físicos, por exemplo) em muitos programas analisados.

Um ponto importante considerado pela comissão, diz respeito ao envolvimento dos docentes da pós-graduação na graduação. Assim, a carga horária média desses docentes na pós-graduação no biênio considerado foi de 116,4 e, na graduação, de 127,2 horas-aula por ano. Este resultado é novamente verificado quando se observa a atividade de orientação. Na Engenharia III, o corpo docente teve, em média, 3,9 orientados pós-graduandos e 3,1 orientados da graduação (bolsistas de I.C., P.E.T., trabalhos de fim de curso) por docente. Certamente, essa presença marcante contribuiu para melhor vincular os dois níveis de ensino,

permitindo que a graduação também se beneficiasse das experiências da pesquisa.

O número de programas avaliados também cresceu: dois programas a mais na Engenharia de Produção (<sup>2</sup>USP-SC e Unimep), dois na Engenharia Mecânica (UFES e UFPE), além de quatro programas multidisciplinares, sendo dois de Tecnologia (CEFET-PR e CEFET-MG) e dois de Metrologia (UFSC) e (PUC/Rio), totalizando 46 programas avaliados. Sabe-se ainda que novos programas estão em fase de apreciação pela CAPES, fortalecendo ainda mais a tendência de crescimento desse grupo.

#### 3.2.4 Engenharia IV

Os programas de pós-graduação desse grupo abrange:

- i. Engenharia Elétrica; e
- ii. Engenharia Biomédica.

Praticamente, três quesitos principais foram levados em conta na avaliação: Corpo Docente (qualificação e dedicação), Produção Científica (publicações) e Produção de Recursos Humanos (teses).

O quesito Corpo Docente já é atendido pela quase totalidade dos programas, e praticamente não os discrimina mais.

Observando as dificuldades, discriminações e condições de trabalho dos docentes das universidades brasileiras, pode-se considerar que os limites mínimos estabelecidos para o quesito publicações (0,5 publicação de “primeira linha” /docente/ano e 2 publicação total/docente/ano) para que um programa seja considerado de excelente qualidade no grupo foram plenamente satisfatórios e não faz sentido aumentá-los nas futuras avaliações. Estes indicadores, principalmente publicação total por docente permanente, já foram atendidos pela maioria dos programas, perdendo seu poder de discriminação. Entretanto, publicações de “primeira linha” por

docente permanente, que mede a quantidade da pesquisa de alta qualidade desenvolvida, continuará sendo importante para identificar os possíveis programas *outstandings* candidatos a receber o conceito 7.

O índice de produtividade teses/docente/ano não está discriminando convenientemente a maioria dos programas, além de ter sido comprometido pela redução do número de bolsas. É visto alguns aspectos que ainda necessitam ser melhorados: de um modo geral, é necessário que os programas se preocupem em melhorar a eficácia do processo por meio:

- i. de uma melhor seleção na aceitação dos alunos que reduza as perdas por rendimento insuficiente ou abandono; e
- ii. da redução no tempo médio de titulação de bolsistas, simplificando as exigências sobre as dissertações de mestrado nos programas em que estas são exageradas, mas nunca sacrificando a qualidade das teses, principalmente as de doutorado. Aliás, a qualidade das teses e dissertações, medida pela quantidade e qualidade das publicações a elas vinculadas, deverá ser considerada como um indicador importante em futuras avaliações.

## Capítulo 4

# ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

### 4.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Trata-se de um método que teve origem no trabalho pioneiro de Farrell (1957) e que foi desenvolvido por Charnes, Cooper e Rhodes (1978). Esse método avalia a eficiência relativa no uso dos recursos de empresas pertencentes a um mesmo setor ou ramo de atividades. É objeto de considerável atenção na literatura internacional mais recente, onde as organizações são conhecidas por Unidades Tomadoras de Decisão – UTD's.

As UTD's podem ser organizações propriamente ditas, no sentido literal da palavra, como também unidades internas dessas mesmas organizações, ou até mesmo programas de atividades, desde que se utilizem de processos tecnológicos similares na transformação dos mesmos insumos em produtos (Paredes, 1999).

Este método, utilizado inicialmente na avaliação de um programa educacional para estudantes diferenciados executado por escolas primárias americanas com o apoio do governo federal (Charnes, Cooper e Rhodes, 1981), produziu considerável interesse no setor acadêmico, tendo posteriormente sido aplicado com sucesso na avaliação da eficiência produtiva de organizações do setor público e privado pertencentes aos mais variados setores sócio-econômicos, conforme relato de Seiford (1994).

A Análise Envoltória de Dados é um método de características próprias, e, adequado para avaliar a eficiência produtiva de organizações onde a questão do lucro, custos dos insumos/recursos bem como dos produtos/resultados não são definidos, são difíceis de apurar ou são inexistentes. Segundo Lapa e Neiva (1996), tais características tornam o método DEA apropriado para a realização de avaliação institucional de

universidades públicas e privadas, bem como de unidades acadêmicas, centros de ensino e departamentos.

## **4.2 APLICAÇÃO DO DEA NA EDUCAÇÃO**

A partir do final da década de 70, a Análise Envoltória de Dados vem sendo usada na avaliação da eficiência produtiva de unidades educacionais. A própria origem da metodologia está localizada num trabalho voltado para a avaliação da eficiência de programas escolares especiais no estado do Texas – USA (Charnes, Cooper e Rhodes, 1978).

O método DEA verifica se cada unidade está operando de maneira eficiente, relativamente a um grupo específico de recursos utilizados e de resultados obtidos, em comparação com unidades consideradas similares por seus gestores, sem a preocupação de conhecer a priori qualquer relação de importância (pesos) entre as variáveis consideradas.

Na literatura internacional está disponibilizado um número significativo de aplicações do método DEA na área da educação e, em particular, na avaliação de Instituições de Ensino Superior (Rhodes, 1978; Ahn, 1987; Ahn e Seiford, 1993; Harrison, 1988; Johnes e Johnes, 1993; Johnes, Taylor e Francis, 1993; Glass, Mckillop e Hyndman, 1995).

No Brasil, os primeiros trabalhos utilizando o método DEA na construção de medidas de avaliação de IES, tiveram origem em grupos de pesquisa na Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Trabalhos pioneiros, são os de: Lopes, Lapa e Lanzer 1995, 1995-a e 1996; Lapa, Lopes e Lanzer, 1995; e Cury et al, 1995.

O método DEA foi utilizado na avaliação das unidades acadêmicas da Universidade Federal de Santa Catarina por Lapa, Belloni, e Neiva em 1997. Esse trabalho teve um caráter de divulgação do uso do método e compara seus resultados com os tradicionais indicadores de



produtividades parciais. Lopes (1998), em sua tese de doutorado, utiliza o método DEA na construção de um procedimento de avaliação cruzada para estimar medidas difusas da produtividade parcial e da qualidade de departamentos de uma IES. Nunes (1998) propôs a utilização do método DEA na avaliação da produção científica dos departamentos da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Amaral (1999), também propôs a utilização do mesmo método na avaliação da eficiência produtiva das unidades acadêmicas da Fundação Universidade do Amazonas, nos anos de 1994 e 1995. Paredes (1999), empregou o DEA para avaliação da eficiência técnica de Instituições Federais de Ensino Superior. Belloni, (2000) em sua tese de doutorado, construiu uma metodologia DEA na avaliação da eficiência produtiva de Universidades Federais Brasileiras.

Esses trabalhos têm como objeto de estudo setores isolados de uma IES (departamentos, cursos, unidades acadêmicas, etc), pois a natureza das medidas relativas do DEA não possibilitam uma análise global das universidades.

#### **4.3 ABORDAGEM DEA**

A Análise Envoltória de Dados se utiliza da programação linear, e tem por objetivo a avaliação da eficiência relativa de unidades de produção que considera múltiplos insumos e múltiplos produtos. Na avaliação da eficiência, o DEA apresenta os seguintes objetivos:

- i. identificar as causas e dimensões da ineficiência relativa de cada uma das UTD's comparadas;
- ii. fornecer um indicador de eficiência; e
- iii. estabelecer metas de produção que maximizem a produtividade das UTD's consideradas ineficientes.

A medida de ineficiência de uma UTD, é definida por sua posição relativa à fronteira empírica. Cada UTD é representada por um conjunto de  $s$  produtos e um conjunto de  $m$  insumos.

Na análise da abordagem DEA, cada unidade é comparada com a "melhor prática" observada, cujo objetivo é obter a medida de eficiência relativa. Assim cada UTD' será considerada como sendo eficiente ou ineficiente.

O DEA assume como pressuposto que uma UTD' é produtivamente eficiente em relação a um plano de operação por ela executado quando não existir um plano de operação viável alternativo que gere uma maior quantidade de um produto qualquer, sem ao mesmo tempo, diminuir a geração de outro produto ou aumentar o consumo de recursos, ou ainda, que reduza o consumo de qualquer insumo, sem, simultaneamente, aumentar o consumo de outro insumo ou reduzir a geração de algum produto.

Tal comportamento gera  $n$  programas de programação linear. A hipótese fundamental que norteia a análise é a de que, considerando-se um conjunto de unidades homogêneas, se um produtor  $A$  é capaz de produzir  $Y(A)$  unidades de produto(s) com  $X(A)$  unidades de insumos(s), então outros produtores devem também ser hábeis em executar o mesmo se eles estão operando eficientemente.

Podemos representar um plano de operação através de uma formulação matemática, mais precisamente através de um par de vetores  $[X;Y]$ , onde o vetor  $X = [x_i]$  representa as quantidades de insumos/recursos consumidas, e o vetor  $Y = [y_m]$  representa as quantidades de produtos/resultados gerados. Por sua vez, a tecnologia produtiva de uma organização  $UTD^0$  corresponde ao conjunto de todos os planos de operação  $[X ; Y]$  tais que a  $UTD^0$  possa gerar os produtos  $Y$  com os insumos  $X$ .

A eficiência produtiva de uma  $UTD^0$  é avaliada tendo com base a comparação da produtividade do plano de operação  $[X^0; Y^0]$  executado pela  $UTD^0$  com as produtividades dos planos de operação  $[\bar{X}; \bar{Y}]$  que essa organização pode executar. A produtividade  $P^0$  de um plano de operação  $[X^0; Y^0]$  é medido pelo índice expresso na fórmula:

$$P^0 = Y^0 U^0 / X^0 V^0 ,$$

onde  $U^0$  e  $V^0$  são vetores que representam os pesos relativos que os gestores da  $UTD^0$  atribuem aos produtos/resultados e aos insumos/recursos que compõem o plano de operação  $[X^0; Y^0]$ .

#### 4.4 OS MODELOS BÁSICOS DEA

Os modelos básicos existentes são: CCR - insumo orientado, CCR - produto orientado, BCC - insumo orientado e BCC - produto orientado. Esses quatro modelos estão descritos detalhadamente em Fried et al. (1993) e Charnes et al. (1994). Os modelos CCR e BCC orientados para o consumo serão apresentados, visto que, este trabalho de pesquisa segue a orientação na redução equiproporcional do consumo dada a produção observada. As diferenças fundamentais entre os modelos estão relacionadas a:

- i. superfície de envelopamento (tipos de combinação e suposições sobre o retorno de escala); e
- ii. tipo de projeção do plano ineficiente à fronteira.

Os modelos CCR e BCC trabalham com diferentes tipos de tecnologias e, conseqüentemente geram fronteiras de eficiência diferentes e medidas de eficiência diferentes. No que diz respeito à orientação, cada um desses dois modelos pode ser escrito sob duas formas de projetar os planos ineficientes na fronteira: uma voltada para os produtos e outra voltada para os insumos. Na primeira orientação, as projeções dos planos observados

sobre a fronteira buscam o máximo aumento equiproporcional de produção dado o consumo observado e, na segunda orientação, a maior redução equiproporcional do consumo para a produção observada.

Os modelos em questão, formam juntos o núcleo de estruturas analíticas que constituem o DEA. Esses modelos classificam a unidade de produção observada como eficiente ou ineficiente através de um conjunto de referência teórico aceitável. A característica que diferencia cada modelo, é o conjunto de referência envolvido.

Na formação de um conjunto de referência para o modelo CCR original, a representação é feita primeiramente através dos níveis observados de consumo e produção de cada UTD por intermédio de um ponto. Já no modelo BCC o conjunto referência é formado levando em consideração combinações convexas de todas as UTD's avaliadas na eficiência. O conjunto referência no modelo BCC é um casco convexo, formado pelos níveis observados de consumo e produção em cada UTD. Sendo assim, o conjunto referência do modelo BCC está contido no conjunto referência do modelo CCR original. A consequência disso é: unidades de produção ineficientes no modelo BCC, são necessariamente ineficientes no modelo CCR original.

Na condição de existência de  $m$  insumos e de  $s$  produtos, cada unidade de produção é representada por um ponto no espaço  $(m + s)$ . Raios saem da origem e passam nesses pontos. Os mesmos são usados para gerar o conjunto referência. Na consideração de todas combinações convexas geradoras, tem-se um cone poliedral convexo. Este cone é o conjunto de referência para o modelo.

#### 4.4.1 O modelo CCR

O modelo CCR original assume tecnologias com retornos de escala constantes: é um modelo de programação linear que calcula a produtividade

$P^0$  da unidade  $UTD^0$  pela razão entre a soma ponderada dos produtos/resultados por ele gerados  $[Y^0, U]$  e a soma ponderada dos insumos/recursos empregados  $[X^0, V]$ .

Segundo Charnes, Cooper e Rhodes (1978) a eficiência relativa de uma determinada  $UTD_1$  pode ser avaliada segundo um problema de programação fracional, o qual otimiza a relação produto-insumo da unidade considerada, tendo como restrição que o escore de todas as unidades do conjunto de análise seja *menor ou igual a um*. Isto será apresentado conforme o modelo abaixo:

#### **Modelo CCR insumo-orientado**

$$Max h_1 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r1}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i1}}$$

s.a:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1, \text{ para todo } j = 1, 2, \dots, n$$

$$u_r \geq 0, \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$v_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

onde:

$h_1$  = taxa de eficiência relativa da  $UTD_1$

$y_{rj}$  = a quantidade de produto observado  $r$  da unidade  $j$ ;

$x_{ij}$  = a quantidade de insumo observado  $i$  da unidade  $j$ ;

$u_r$  = variável de decisão que representa o peso dado ao produto  $r$ ;

$v_i$  = variável de decisão que representa o peso dado ao insumo  $i$ ;

$y_{r1}$  = a quantidade de produto  $r$  da  $UTD$  sendo testada;

$x_{i1}$  = a quantidade de insumo  $i$  da  $UTD$  sendo testada;

$n$  = número de unidades;

$s$  = número de produtos; e

$m$  = número de insumos.

Na resolução do modelo apresentado acima, a eficiência da  $UTD_1$  é maximizada, sujeita às eficiências de todas as  $UTD$ 's do conjunto ter um limite superior igual a 1. A caracterização chave no modelo é que os pesos  $u_r$  e  $v_i$  são tratados como incógnitas. Eles são escolhidos, de maneira que a eficiência da  $UTD$  em questão seja maximizada. A eficiência da  $UTD_1$  será igual a 1 caso ela seja eficiente em relação as demais  $UTD$ 's, ou será menor que 1 caso seja ineficiente.

Os valores atribuídos aos pesos geralmente apresentam diferenciação de  $UTD$  para  $UTD$ , e esta flexibilidade na escolha dos pesos, pode ser considerada como uma fraqueza e uma força desta abordagem. É uma fraqueza quando numa simples escolha dos pesos, uma  $UTD$  pode tornar-se eficiente; pode ser forte, quando uma  $UTD$  revelar-se ineficiente mesmo quando são atribuídos a ela os mais favorecidos pesos em sua medida de ineficiência.

Para uma unidade ineficiente, a solução identifica unidades eficientes, as quais, formam uma, assim denominada, faceta correspondente à unidade ineficiente em questão.

O modelo exposto acima, é um modelo de programação linear fracional, que pode ser transformado em uma forma linear comum, de modo que os métodos de programação linear convencionais possam ser aplicados. A transformação para o modelo de programação linear comum é dada a seguir:

**Modelo CCR insumo-orientado (primal)**

$$\text{Max } h_1 = \sum_{r=1}^s u_r y_{r1}$$

s.a:

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i1} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0, \text{ para todo } j = 1, 2, \dots, n$$

$$-u_r \leq -e, \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$-v_i \leq -e, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

Do modelo CCR insumo-orientado (primal), apresentado acima pode-se derivar um modelo equivalente (dual), que oferece a mesma informação sobre o nível de eficiência das UTD's em análise, conforme descrito abaixo:

**Modelo CCR insumo-orientado (dual)**

$$\text{Min } h_1 = q - e \sum_{r=1}^s s_r - e \sum_{i=1}^m e_i$$

s.a:

$$x_{i1}q - e_i - \sum_{j=1}^n x_{ij}\lambda_j = 0, \text{ para todo } i = 1, 2, \dots, m$$

$$-s_r + \sum_{j=1}^n y_{rj}\lambda_j = y_{r1}, \text{ para todo } r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j \geq 0, \text{ para todo } j = 1, 2, \dots, n$$

$$e_i \geq 0, \text{ para todo } i = 1, 2, \dots, m$$

$$s_r \geq 0, \text{ para todo } r = 1, 2, \dots, s$$

onde:

 $h_1$  = taxa de eficiência relativa a UTD<sub>1</sub> $s_r$  = variável de decisão correspondendo ao vetor da folga *produto*  $r$ ; $e_i$  = variável de decisão correspondendo o vetor de excesso *insumo*  $i$ ; $\lambda_j$  = variável de decisão correspondendo o vetor que define a faceta.

O dual não é visto como uma mera construção para a conveniência computacional. Ele permite determinar valores para  $\lambda_j$ , tal que possa ser construída uma UTD composta, com produto  $\sum_{j=1}^n y_{ij} \lambda_j$ , para  $r = 1, 2, \dots, s$  e

insumo  $\sum_{j=1}^n y_{ij} \lambda_j$ , para  $i = 1, 2, \dots, m$ , sob o desempenho da unidade 1.

A  $UTD_1$  será eficiente se as folgas forem iguais a zero e a função objetivo igual a 1, sendo assim será impossível construir uma UTD composta que possua um desempenho melhor do que o desempenho apresentado pela da  $UTD_1$ . Se a  $UTD_1$  é ineficiente, então a função objetivo será menor que 1 e/ou as folgas serão positivas. O valor ótimo de  $\lambda_j$  forma uma UTD composta que apresente um desempenho melhor do que a  $UTD_1$ , provendo as facetas para a  $UTD_1$ .

#### 4.4.2 O modelo BCC

No modelo BCC aplica-se a tecnologia com retornos variáveis à escala. Trata-se de um modelo de programação linear similar ao modelo CCR, conforme pode-se observar nas suas formulações matemáticas.

O *Modelo CCR insumo-orientado (primal)* com retornos constantes à escala pode ser convertido para um modelo de retorno variável à escala, adicionando-se a ele a variável livre  $w$ . A formulação do modelo é dada a seguir:



**Modelo BCC insumo-orientado (primal)**

$$\text{Max } h_1 = \sum_{r=1}^s u_r y_{r1} + w$$

s.a:

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i1} \leq 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + w \leq 0, \text{ para todo } j = 1, 2, \dots, n$$

$$-u_r \leq -e, \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$-v_i \leq -e, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

As mesmas mudanças de variáveis que foram empregadas no modelo CCR para encontrar a forma dual também podem ser aplicadas ao modelo BCC. A forma dual do modelo é:

**Modelo BCC insumo-orientado (dual)**

$$\text{Min } h_1 = \theta - \varepsilon \sum_{r=1}^s s_r - \varepsilon \sum_{i=1}^m e_i$$

s.a:

$$x_{i1} \theta - e_i - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j = 0, \text{ para todo } i = 1, 2, \dots, m$$

$$-s_r + \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j = y_{r1}, \text{ para todo } r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0, \text{ para todo } j = 1, 2, \dots, n$$

$$s_r \geq 0, \text{ para todo } r = 1, 2, \dots, s$$

$$e_i \geq 0, \text{ para todo } i = 1, 2, \dots, m$$

Os dois últimos modelos expostos acima são do tipo BCC, e as suas estruturas são similares aos modelos CCR. Entretanto o último modelo BCC contém uma restrição adicional de igualdade  $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$  (restrição de convexidade). Somente combinações convexas do conjunto de unidades são permitidas para gerar a fronteira de produção.

Esta convexidade reduz o conjunto de possibilidades de produção viável e converte uma tecnologia de retorno constante à escala em uma tecnologia de retorno variável à escala.

Os multiplicadores  $(u, v)$  são interpretados como preços sombra normalizados para a projeção ótima. A variável  $w$  no problema primal informa se os retornos são constantes à escala, crescentes ou decrescentes para a projeção ótima. Se  $w$  assumir um valor não negativo, a produção é caracterizada por um retorno crescente à escala. Se  $w$  assumir um valor negativo, a produção é caracterizada por um retorno decrescente à escala. Se  $w$  for igual a zero, diz-se que a produção é caracterizada por um retorno constante à escala.

## **Capítulo 5**

### **BANCO DE DADOS DA PESQUISA**

#### **5.1 FONTE DOS DADOS**

Os dados utilizados nesta pesquisa são oriundos de fontes secundárias e referem-se à avaliação dos programas de pós-graduação feita pela CAPES em 1998. Extraídos da Tabela 4 – Situação da Pós-graduação, que se encontra disponível no site dessa Fundação. Esses dados foram revistos pela CAPES e constituem a mais recente fonte de informação sobre a pós-graduação brasileira: eles são os mais adequados principalmente quando consideradas sua consistência e acuidade.

O relatório de atividades da CAPES de 1998, contém dados do Sistema Nacional de Pós-graduação no biênio 96/97 apresentados em forma de tabelas e gráficos agrupados segundo: programas avaliados, cursos oferecidos (mestrado; mestrado e doutorado; e doutorado), alunos novos (no mestrado e doutorado), alunos matriculados em dezembro de 97 (no mestrado e doutorado), alunos titulados (no mestrado e doutorado) e docentes permanentes nos programas (total e doutores).

#### **5.2 OS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO AVALIADOS**

Dos 1298 programas avaliados pela CAPES na última avaliação, 142 são da área das engenharias, destes, 119 foram utilizados nessa pesquisa. A ausência dos 23 programas restantes dá-se em função da não informação por parte das instituições envolvidas de itens de extrema importância, tais como: número de docentes, número de publicações, número de alunos novos, número de alunos matriculados, número de alunos titulados e algumas vezes a falta de dados gerais.

A Tabela 5.1 apresenta a população da pesquisa que corresponde a 119 programas distribuídos entre 36 Instituições de Ensino Superior.

Tabela 5.1 – Programas selecionados para a pesquisa

Programas	Instituição do Programa
1 – ENGENHARIA AERONÁUTICA E MECÂNICA	ITA
2 – ENGENHARIA E TECNOLOGIA ESPACIAIS	INPE
3 – BIOENGENHARIA	USP/SC
4 – ENGENHARIA BIOMÉDICA	UFRJ
5 – ENGENHARIA CIVIL	PUC-RIO
6 – ENGENHARIA CIVIL	UFF
7 – ENGENHARIA CIVIL	UFPB/C.G.
8 – ENGENHARIA CIVIL	UFPE
9 – ENGENHARIA CIVIL	UFRJ
10 – ENGENHARIA CIVIL	UFSC
11 – ENGENHARIA CIVIL	UFSCAR
12 – ENGENHARIA CIVIL	UFV
13 – ENGENHARIA CIVIL	UNICAMP
14 – ENGENHARIA CIVIL	USP
15 – ENGENHARIA CIVIL (ENGENHARIA DE ESTRUTURAS)	USP/SC
16 – ENGENHARIA CIVIL (ESTRUTURAS)	UFRGS
17 – ENGENHARIA CIVIL (RECURSOS HÍDRICOS)	UFC
18 – ENGENHARIA DE ESTRUTURAS	UFMG
19 – ENGENHARIA DE REC. HÍDRICOS E SAN. AMBIENTAL	UFRGS
20 – ENGENHARIA HIDRÁULICA	UFPR
21 – ESTRUTURAS	UNB
22 – GEOTECNIA	UNB
23 – GEOTECNIA	USP/SC
24 – CIÊNCIA E ENGENHARIA DOS MATERIAIS	UFSCAR
25 – CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE POLÍMEROS	UFRJ
26 – CIÊNCIA DOS MATERIAIS	IME
27 – CIÊNCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS	USP/SC
28 – ENGENHARIA DE MATERIAIS	FAENQUIL
29 – ENGENHARIA DE MATERIAIS E PROC. AVANÇADOS	UDESC
30 – ENGENHARIA METALÚRGICA	PUC-RIO
31 – ENGENHARIA METALÚRGICA	UFF
32 – ENGENHARIA METALÚRGICA	UFRGS
33 – ENGENHARIA METALÚRGICA	USP
34 – ENGENHARIA METALÚRGICA E DE MATERIAIS	UFRJ
35 – ENGENHARIA METALÚRGICA E DE MINAS	UFMG
36 – ENGENHARIA DE MINAS	UFPB/C.G.
37 – ENGENHARIA (ENGENHARIA DE PRODUÇÃO)	USP
38 – ENGENHARIA (PESQ. OPER. E GERENC. DE PRODUÇÃO)	UFRJ
39 – ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	EFEI
40 – ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	PUC-RIO
41 – ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	UFF
42 – ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	UFMG

Tabela 5.1 – Programas selecionados para a pesquisa – (Continuação)

Programas	Instituição do Programa
43 – ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	UFPB/J.P.
44 – ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	UFRGS
45 – ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	UFSC
46 – ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	UFSCAR
47 – ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	UFSM
48 – ENGENHARIA DE INFRA-ESTRUTURA AERONÁUTICA	ITA
49 – ENGENHARIA DE TRANSPORTES	UFRJ
50 – ENGENHARIA DE TRANSPORTES	USP
51 – TRANSPORTES URBANOS	UNB
52 – ENGENHARIA DE ELETRICIDADE	UFMA
53 – ENGENHARIA ELÉTRICA	EFEI
54 – ENGENHARIA ELÉTRICA	IME
55 – ENGENHARIA ELÉTRICA	PUC/RS
56 – ENGENHARIA ELÉTRICA	PUC-RIO
57 – ENGENHARIA ELÉTRICA	UFES
58 – ENGENHARIA ELÉTRICA	UFMG
59 – ENGENHARIA ELÉTRICA	UFPA
60 – ENGENHARIA ELÉTRICA	UFPB/C.G.
61 – ENGENHARIA ELÉTRICA	UFPE
62 – ENGENHARIA ELÉTRICA	UFRJ
63 – ENGENHARIA ELÉTRICA	UFRN
64 – ENGENHARIA ELÉTRICA	UFSC
65 – ENGENHARIA ELÉTRICA	UFSM
66 – ENGENHARIA ELÉTRICA	UFU
67 – ENGENHARIA ELÉTRICA	UNB
68 – ENGENHARIA ELÉTRICA	UNESP/IS
69 – ENGENHARIA ELÉTRICA	UNICAMP
70 – ENGENHARIA ELÉTRICA	USP
71 – ENGENHARIA ELÉTRICA	USP/SC
72 – ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA INDUSTRIAL	CEFET/PR
73 – ENGENHARIA ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO	ITA
74 – ENGENHARIA DE PETRÓLEO	UNICAMP
75 – ENGENHARIA MECÂNICA	EFEI
76 – ENGENHARIA MECÂNICA	IME
77 – ENGENHARIA MECÂNICA	PUC-RIO
78 – ENGENHARIA MECÂNICA	UFF
79 – ENGENHARIA MECÂNICA	UFMG
80 – ENGENHARIA MECÂNICA	UFPA
81 – ENGENHARIA MECÂNICA	UFPB/C.G.
82 – ENGENHARIA MECÂNICA	UFPB/J.P.
83 – ENGENHARIA MECÂNICA	UFRGS
84 – ENGENHARIA MECÂNICA	UFRJ
85 – ENGENHARIA MECÂNICA	UFRN
86 – ENGENHARIA MECÂNICA	UFSC
87 – ENGENHARIA MECÂNICA	UFU
88 – ENGENHARIA MECÂNICA	UNB
89 – ENGENHARIA MECÂNICA	UNESP/GUAR
90 – ENGENHARIA MECÂNICA	USP
91 – ENGENHARIA MECÂNICA	USP/SC
92 – ENGENHARIA NAVAL	USP

Tabela 5.1 – Programas selecionados para a pesquisa – (Continuação)

Programas	Instituição do Programa
93 – ENGENHARIA OCEÂNICA	FURG
94 – ENGENHARIA OCEÂNICA	UFRJ
95 – CIÊNCIAS TÉCNICAS NUCLEARES	UFMG
96 – ENGENHARIA NUCLEAR	IME
97 – ENGENHARIA NUCLEAR	UFRJ
98 – TECNOLOGIA NUCLEAR	USP
99 – TECNOLOGIAS ENERGÉTICAS NUCLEARES	UFPE
100 – ENGENHARIA QUÍMICA	UEM
101 – ENGENHARIA QUÍMICA	UFBA
102 – ENGENHARIA QUÍMICA	UFMG
103 – ENGENHARIA QUÍMICA	UFPA
104 – ENGENHARIA QUÍMICA	UFPB/C.G.
105 – ENGENHARIA QUÍMICA	UFPE
106 – ENGENHARIA QUÍMICA	UFRGS
107 – ENGENHARIA QUÍMICA	UFRJ
108 – ENGENHARIA QUÍMICA	UFRN
109 – ENGENHARIA QUÍMICA	UFSC
110 – ENGENHARIA QUÍMICA	UFSCAR
111 – ENGENHARIA QUÍMICA	UFU
112 – ENGENHARIA QUÍMICA	UNICAMP
113 – ENGENHARIA QUÍMICA	USP
114 – TECNOLOGIA DE PROC. QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS	UFRJ
115 – CIÊNCIAS DA ENGENHARIA AMBIENTAL	USP/SC
116 – ENGENHARIA AMBIENTAL	UFSC
117 – ENGENHARIA HIDRÁULICA E SANEAMENTO	USP/SC
118 – SANEAMENTO, MEIO AMB. E RECURSOS HÍDRICOS	UFMG
119 – TECNOLOGIA AMBIENTAL E RECURSOS HÍDRICOS	UNB

### 5.3 AS VARIÁVEIS

A Tabela 5.2 apresenta 10 variáveis, das quais 6 referem-se ao corpo discente, 2 ao corpo docente e 2 a publicações. Verificou-se que, de um ano para outro, os recursos de cada programa praticamente permaneceram inalterados, por outro lado, os resultados apresentados, ou seja, número de alunos titulados no mestrado e no doutorado, publicações no país e no exterior oscilavam de um ano para outro. Devido a este fato optou-se por trabalhar com as médias dos anos 96 e 97 para estas variáveis, visto o impacto delas na avaliação da eficiência.

Tabela 5.2 – Variáveis do banco de dados

<b>Corpo Discente</b>	ALNME - Alunos novos do mestrado
	ALNDO - Alunos novos do doutorado
	ALMME - Alunos matriculados no mestrado
	ALMDO - Alunos matriculados no doutorado
	ALTME - Alunos titulados no mestrado
	ALTDO - Alunos titulados no doutorado
<b>Corpo Docente</b>	DOCTOT - Docente Total
	DOCDO - Docente Doutor
<b>Publicações</b>	PNPAIS - Publicações no país
	PNEXT - Publicações no exterior

Com o objetivo de se verificar o efeito da agregação de algumas informações, um conjunto novo de variáveis foi construído a partir da soma simples de variáveis existentes no banco de dados, exceção feita a variável “docente não doutor”, onde foi aplicado a subtração simples. Dessa forma o conjunto de variáveis selecionadas para a pesquisa está completo, onde cinco novas variáveis foram construídas: quatro por agregação de variáveis originais do banco de dados e uma por decomposição, conforme mostra a Tabela 5.3.

Tabela 5.3 – Variáveis construídas

<b>Corpo Discente</b>	ALNTOT - Aluno novo total
	ALMTOT - Aluno matriculado total
	ALTTOT - Aluno titulado total
<b>Corpo Docente</b>	DOCNDO - Docente não doutor
<b>Publicações</b>	PTOTAL - Publicação total

## 5.4 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DO BANCO DE DADOS

O objetivo da análise exploratória dos dados é fazer uma descrição dos dados. Para tanto foram utilizadas as estatísticas descritivas simples, conforme Tabela 5.4.

Tabela 5.4 – Medidas estatísticas relativas às variáveis (observadas e construídas) nos programas de pós-graduação das engenharias

Variáveis	Medidas Estatísticas				
	Min.	Max.	Média	DP	Coef.Var.
Aluno novo do mestrado	3,50	234,00	26,16	27,81	1,06
Aluno novo do doutorado	2,00	84,50	15,11	16,58	1,10
Aluno novo total	3,50	318,50	33,73	39,99	1,19
Aluno matriculado no mestrado	8,50	708,50	64,53	78,07	1,21
Aluno matriculado no doutorado	3,00	355,55	64,66	67,62	1,05
Aluno matriculado total	8,50	1064,00	97,13	130,91	1,35
Aluno titulado no mestrado	0,50	86,00	14,18	13,07	0,92
Aluno titulado no doutorado	0,50	41,00	8,44	8,46	1,00
Aluno titulado total	0,50	112,00	17,87	19,02	1,06
Docente não doutor	0,50	8,50	1,71	1,84	1,08
Docente doutor	0,50	83,50	14,72	12,84	0,87
Docente total	0,50	84,00	15,11	12,82	0,85
Publicações no país	0,50	75,50	11,55	15,26	1,32
Publicações no exterior	0,50	108,00	12,80	16,74	1,31
Publicações total	1,00	157,50	23,30	27,22	1,15

Verifica-se que o número médio de alunos novos totais situa-se em torno de 33,73, enquanto que o número máximo observado é de 318,50, que corresponde ao programa de Engenharia de Produção da UFSC, e o mínimo é de 3,50 que corresponde ao programa de Engenharia de Minas da



UFPB/C.G. O desvio padrão é de 39,99 que indica uma baixa variabilidade nos dados.

De uma forma geral, os menores valores da variável em questão corresponde aos programas de Engenharia de Minas, Engenharia de Materiais e Processos Avançados e de Engenharia Mecânica, o que evidencia o porte das instituições a que pertencem os referidos programas. Por outro lado, os maiores valores observados corresponde aos programas de Engenharia de Produção da UFSC e Engenharia Elétrica da UNICAMP.

O coeficiente de variação é uma medida relativa de dispersão, obtida através da razão entre o desvio padrão da série e sua média aritmética, podendo ser lido como um percentual. O coeficiente de variação indica a dispersão dos dados observados em relação a média.

Se tomarmos como exemplo a variável docente total, pode-se dizer que a variação relativa é algo em torno de 85%. Observando-se as outras variáveis, vemos que as mesmas se comportam de maneira semelhantes, exceção feita a própria variável docente total, docente doutor e aluno titulado no mestrado. Tal ocorrência deve-se ao fato das variáveis citadas (as únicas) apresentarem seus desvios padrão menor que a média.

Outra observação importante é que 80% das variáveis apresentam o desvio padrão maior que a média. Isso significa que os programas não são tão homogêneos em relação as atividades de pós-graduação. Tais atividades diferenciam-se, e as variáveis que as representam tenderão a ter suas importâncias sobrevalorizadas em modelos quantitativos baseados em variabilidades.

O coeficiente de correlação é outra medida descritiva tradicional, cujo valor indica o grau de associação linear entre duas variáveis.

Na Tabela 5.5 encontra-se a matriz de correlações lineares das 15 variáveis, 10 originais e 5 construídas através de agregação e decomposição. As variáveis construídas por agregação foram: aluno novo total, aluno matriculado total, aluno titulado total e publicação total, enquanto que a construída por decomposição foi a variável docente não doutor.

Tabela 5.5 – Matriz de correlações lineares

	ALNME	ALNDO	ALNTOT	ALMME	ALMDO	ALMTOT	ALTME
ALNME	1	0,872	0,982	0,967	0,917	0,953	0,872
ALNDO	0,872	1	0,941	0,833	0,943	0,899	0,849
ALNTOT	0,982	0,941	1	0,955	0,953	0,976	0,899
ALMME	0,967	0,833	0,955	1	0,902	0,977	0,855
ALMDO	0,917	0,943	0,953	0,902	1	0,964	0,847
ALMTOT	0,953	0,899	0,976	0,977	0,964	1	0,881
ALTME	0,872	0,849	0,899	0,855	0,847	0,881	1
ALTD0	0,774	0,854	0,823	0,723	0,913	0,816	0,797
ALTTOT	0,873	0,897	0,919	0,855	0,920	0,913	0,976
DOCNDO	-0,224	-0,235	-0,229	-0,187	-0,263	-0,214	-0,165
DOCDO	0,774	0,755	0,803	0,725	0,748	0,767	0,805
DOCTOT	0,773	0,753	0,801	0,725	0,744	0,764	0,806
PNPAIS	0,454	0,396	0,455	0,467	0,467	0,475	0,369
PNEXT	0,404	0,498	0,488	0,347	0,442	0,453	0,501
PTOTAL	0,508	0,529	0,558	0,478	0,532	0,547	0,518

Tabela 5.5 – Matriz correlações lineares – (Continuação)

	ALTD0	ALTTOT	DOCNDO	DOCDO	DOCTOT	PNPAIS	PNEXT	PTOTAL
ALNME	0,774	0,873	-0,224	0,774	0,773	0,454	0,404	0,508
ALNDO	0,854	0,897	-0,235	0,755	0,753	0,396	0,498	0,529
ALNTOT	0,823	0,919	-0,229	0,803	0,801	0,455	0,488	0,558
ALMME	0,723	0,855	-0,187	0,725	0,725	0,467	0,347	0,478
ALMDO	0,913	0,920	-0,263	0,748	0,744	0,467	0,442	0,532
ALMTOT	0,816	0,913	-0,214	0,767	0,764	0,475	0,453	0,547
ALTME	0,797	0,976	-0,165	0,805	0,806	0,369	0,501	0,518
ALTD0	1	0,909	-0,252	0,725	0,720	0,376	0,500	0,524
ALTTOT	0,909	1	-0,193	0,824	0,823	0,404	0,571	0,579
DOCNDO	-0,252	-0,193	1	-0,188	-0,057	0,302	-0,138	0,074
DOCDO	0,725	0,824	-0,188	1	0,995	0,428	0,752	0,701
DOCTOT	0,720	0,823	-0,057	0,995	1	0,454	0,749	0,714
PNPAIS	0,376	0,404	0,302	0,428	0,454	1	0,451	0,841
PNEXT	0,500	0,571	-0,138	0,752	0,749	0,451	1	0,864
PTOTAL	0,524	0,579	0,074	0,701	0,714	0,841	0,864	1

Existe uma forte correlação positiva entre as variáveis que formam o corpo discente (par a par), o que não acontece com as correlações entre as variáveis do corpo discente e as variáveis do corpo docente. A causa da forte associação entre as variáveis do corpo discente já era de se esperar, haja vista, que as mesmas são relacionadas linearmente.

As variáveis do corpo discente não apresentam uma correlação tão elevada com as variáveis do corpo docente, apesar dessas correlações serem positivas, exceção feita a variável docente não doutor, que apresenta correlações baixas e negativas.

As associações entre as variáveis do corpo discente e as variáveis relativas a publicações são todas positivas e relativamente baixas.

As correlações entre as variáveis referentes a publicações e as variáveis do corpo docente, apresentam-se de certa forma linearmente, dando destaque para a associação entre a variável publicações no exterior e a variável docente total.

Em resumo, pode-se concluir que: i) não é conveniente decompor a variável referente ao corpo docente, pois a correlação da variável docente não doutor foi negativa e baixa com todas as outras variáveis, exceção feita as variáveis publicações no país e publicações totais. Dessa forma a variável docente não doutor não tem poder de explicação; ii) que as variáveis aluno novo total e aluno titulado total são representantes importantes neste estudo e apresentam correlações iguais a 0,801 e 0,823 respectivamente com a variável docente total.

## Capítulo 6

# CÁLCULO DOS INDICADORES DE EFICIÊNCIA

### 6.1 OS INDICADORES DE EFICIÊNCIA PRODUTIVA

Norman e Stoker aliaram a Análise de Correlação Simples à Análise Envoltória de Dados, em um procedimento iterativo que identifica simultaneamente os insumos e produtos relevantes e calcula o indicador de eficiência produtiva dos planos observados.

Através desse procedimento é construída uma seqüência de indicadores de eficiência para os planos de operação observados. O procedimento inicia com a classificação das variáveis observadas como insumo ou produto, de acordo com o desempenho a ser avaliado. O primeiro indicador é construído selecionando-se, dentre as variáveis mais agrupadas, o insumo e o produto que apresentem relação causal compatível e a maior correlação. Aplica-se o método DEA-CCR a esse primeiro conjunto de variáveis relevantes, obtendo-se assim as medidas de ineficiências dos planos de operação observados.

O procedimento de Norman e Stoker tem prosseguimento tomando como base o grau de correlação entre a medida DEA obtida e os insumos e produtos considerados na análise de eficiência. Uma variável é incluída no conjunto de variáveis relevantes sempre que a inclusão afetar coerentemente os indicadores de eficiência DEA calculados, isto é, sempre que a correlação de um produto for negativa ou de um insumo, positiva, visto que, nesses casos, a variável correspondente não está bem representada no indicador DEA construído.

Novos indicadores da eficiência DEA são obtidos seqüencialmente pela inclusão de novas variáveis ao conjunto de variáveis relevantes. O procedimento tem continuidade até que se obtenha um indicador DEA que não se altere com a inclusão de novas variáveis, isto é,

quando a correlação desse indicador com todos os produtos for positiva e com todos os insumos for negativa.

As variáveis aluno titulado total e aluno novo total formam o primeiro conjunto de variáveis relevantes: ALTTOT, por representar o principal resultado das atividades dos programas de pós-graduação e ALNTOT por ser o insumo agregado de maior correlação com a variável aluno titulado total.

A tabela 6.1 mostra as variáveis relevantes que foram sendo identificadas em cada passo do procedimento de Norman e Stoker, e os valores das correlações entre os indicadores DEA de eficiência daquele passo e as 15 variáveis do estudo. É através dessas correlações que se procede a identificação de uma nova variável relevante, cujo impacto na eficiência dos programas de pós-graduação seja significativo. Os indicadores de ineficiência detectados em cada passo são apresentados na Tabela 6.2.

As variáveis relevantes ALNTOT e ALTTOT estão correlacionadas corretamente: a primeira negativamente e a segunda positivamente. Não justifica decompor a variável agregada ALNTOT por seus componentes ALNME e ALNDO, pois estão correlacionadas corretamente. Deve-se cogitar em decompor ALTTOT em suas componentes, pois elas estão correlacionadas simetricamente: ALTME positivamente e ALTDO negativamente.

As variáveis agregadas ALNTOT e DOCTOT estão correlacionadas corretamente e, portanto, não é necessário cogitar sua incorporação no rol das variáveis relevantes. Todavia, a variável PTOTAL não está correlacionada corretamente pois, sendo um produto, sua correlação deveria ser positiva. Assim, o indicador DEA construído neste primeiro passo não contempla os impactos dessa variável e ela deveria ser incluída no rol das variáveis relevantes.

Optou-se pela inclusão da variável PTOTAL no rol das variáveis relevantes visto que se está incorporando um novo produto na avaliação e que se a decomposição da variável ALTTOT for necessária ela será requerida em um próximo passo.

No segundo passo, os indicadores de eficiência foram computados tendo como produtos as variáveis aluno titulado total e publicação total e como insumo a variável aluno novo total. As variáveis ALNTOT e DOCTOT estão corretamente correlacionadas e não é necessário incorporá-las ao conjunto das variáveis relevantes. As variáveis relevantes ALNTOT, ALTTOT e PTOTAL estão correlacionadas corretamente. A única delas que poderia ser decomposta é ALTTOT posto que as variáveis aluno titulado no mestrado e aluno titulado no doutorado apresentam correlações iguais a (0,013) e (- 0,146) respectivamente. Como essas correlações apresentam-se de forma antagônicas em relação ao sinal, surgiu a necessidade de decompor a variável aluno titulado total em duas componentes, aluno titulado no mestrado e aluno titulado no doutorado. Assim sendo, as duas novas variáveis foram incluídas no modelo e a variável agregado ALTTOT retirada.

No terceiro passo as variáveis consideradas como produto foram aluno titulado no mestrado, aluno titulado no doutorado e publicação total e como insumo a variável aluno novo total.

Como pode ser observado, as correlações entre os indicadores DEA e as variáveis restantes não recomendam a inclusão de uma nova variável ou a decomposição de uma outra variável agregada já considerada, haja vista, que as variáveis com correlações significativas não apresentam relação causal com os indicadores de eficiência DEA gerados neste passo, fato que determina o término do procedimento.

De acordo com o procedimento de Norman e Stoker, os modelos DEA a serem construídos deverão ser formados por quatro

variáveis relevantes: representando **insumo**, a variável aluno novo total e representando **produto**, as variáveis aluno titulado no mestrado, aluno titulado no doutorado e publicação total.

Tabela 6.1 - Correlação para o modelo de eficiência

	Passo 1	Passo 2	Passo 3
<b>PRODUTO</b>			
Alunos Titulados Total	x	x	
Alunos Titulados no Mestrado			x
Alunos Titulados no Doutorado			x
Publicação Total		x	x
<b>INSUMO</b>			
Alunos Novos Total	x	x	x
ALNME	-0,160	-0,249	-0,195
ALNDO	-0,180	-0,216	-0,140
ALNTOT	-0,131	-0,212	-0,149
ALMME	-0,071	-0,153	-0,101
ALMDO	-0,101	-0,154	-0,045
ALMTOT	-0,051	-0,129	-0,057
ALTME	0,174	0,013	0,072
ALTDO	-0,017	-0,146	-0,004
ALTTOT	0,133	-0,006	0,075
DOCNDO	0,045	0,345	0,313
DOCDO	-0,077	-0,103	-0,048
DOCTOT	-0,061	-0,068	-0,016
PNPAIS	-0,110	0,183	0,195
PNEXT	-0,042	0,132	0,181
PTOTAL	-0,093	0,178	0,212

Tabela 6.2 – Indicadores de ineficiência detectados em cada passo

	Passo 1	Passo 2	Passo 3
<b>PRODUTO</b>			
Alunos Titulados Total	x	X	
Alunos Titulados no Mestrado			x
Alunos Titulados no Doutorado			x
Publicação Total		X	x
<b>INSUMO</b>			
Alunos Novos Total	x	X	x
1 - ENGENHARIA AER. E MECÂNICA	1	100,0	100,0
2 - ENGENHARIA E TEC. ESPACIAIS	0,53	58,6	68,3
3 - BIOENGENHARIA	0,43	79,5	79,5
4 - ENGENHARIA BIOMÉDICA	0,43	45,4	49,3
5 - ENGENHARIA CIVIL	0,53	56,4	62,2
6 - ENGENHARIA CIVIL	0,84	100,0	100,0
7 - ENGENHARIA CIVIL	0,37	38,7	39,4
8 - ENGENHARIA CIVIL	0,75	84,2	84,2
9 - ENGENHARIA CIVIL	0,43	43,1	53,7
10 - ENGENHARIA CIVIL	0,20	20,5	21,0
11 - ENGENHARIA CIVIL	0,38	39,5	40,8
12 - ENGENHARIA CIVIL	0,45	44,9	47,2
13 - ENGENHARIA CIVIL	0,25	29,6	29,6
14 - ENGENHARIA CIVIL	0,46	50,8	63,9
15 - ENGENHARIA CIVIL (ENG. DE ESTR.)	0,55	54,7	61,5
16 - ENGENHARIA CIVIL (ESTRUTURAS)	0,46	68,3	68,7
17 - ENGENHARIA CIVIL (REC.HÍDRICOS)	0,34	35,7	36,8
18 - ENGENHARIA DE ESTRUTURAS	0,52	53,3	55,5
19 - ENG. DE REC. HÍD. E SAN. AMBIENT.	0,29	29,2	30,6
20- ENGENHARIA HIDRÁULICA	0,33	59,6	59,6
21 - ESTRUTURAS	0,55	55,0	57,9
22 - GEOTECNIA	0,49	52,1	53,2
23 - GEOTECNIA	0,75	77,0	78,9
24 - CIÊNCIA E ENG. DOS MATERIAIS	0,37	84,1	86,2
25 - CIÊNCIA E TEC. DE POLÍMEROS	0,55	83,9	86,4
26 - CIÊNCIA DOS MATERIAIS	0,67	80,2	85,9
27 - CIÊNCIA E ENG. DE MATERIAIS	0,31	67,6	67,9
28 - ENGENHARIA DE MATERIAIS	0,21	28,3	29,0
29 - ENG. DE MAT. E PROC. AVANÇADOS	0,32	100,0	100,0
30 - ENGENHARIA METALÚRGICA	0,29	74,9	75,4
31 - ENGENHARIA METALÚRGICA	0,63	74,6	74,6
32 - ENGENHARIA METALÚRGICA	0,79	80,7	83,8
33 - ENGENHARIA METALÚRGICA	0,68	95,9	100,0
34 - ENG. METALÚRG. E DE MATERIAIS	0,39	44,7	50,7
35 - ENG. METALÚRGICA E DE MINAS	0,44	46,8	53,0
36 - ENGENHARIA DE MINAS	0,61	61,4	64,3
37 - ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	0,44	57,8	63,6
38 - PESQ. OPER. E GER. DE PRODUÇÃO)	0,35	35,3	47,9
39 - ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	0,47	47,4	49,9



Tabela 6.2 – Indicadores de ineficiência detectados em cada passo (Cont.)

	Passo 1	Passo 2	Passo 3
<b>PRODUTO</b>			
Alunos Titulados Total	x	X	
Alunos Titulados no Mestrado			x
Alunos Titulados no Doutorado			x
Publicação Total		X	x
<b>INSUMO</b>			
Alunos Novos Total	x	X	x
40 - ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	0,68	67,8	69,9
41 - ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	0,24	25,9	26,3
42 - ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	0,11	10,7	11,3
43 - ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	0,93	92,5	96,9
44 - ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	0,58	67,1	67,1
45 - ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	0,30	30,5	32,2
46 - ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	0,45	79,6	79,6
47 - ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	0,37	97,6	97,6
48 - ENG. DE INFRA-ESTR. AER.	0,95	95,5	100,0
49 - ENGENHARIA DE TRANSPORTES	0,45	61,6	62,4
50 - ENGENHARIA DE TRANSPORTES	0,26	26,7	30,9
51 - TRANSPORTES URBANOS	0,47	55,4	55,4
52 - ENGENHARIA DE ELETRICIDADE	0,14	20,6	20,6
53 - ENGENHARIA ELÉTRICA	0,42	43,5	45,2
54 - ENGENHARIA ELÉTRICA	0,40	66,2	66,2
55 - ENGENHARIA ELÉTRICA	0,26	73,5	73,5
56 - ENGENHARIA ELÉTRICA	0,57	59,9	63,1
57 - ENGENHARIA ELÉTRICA	0,48	50,2	51,8
58 - ENGENHARIA ELÉTRICA	0,38	40,8	41,3
59 - ENGENHARIA ELÉTRICA	0,28	28,4	29,7
60 - ENGENHARIA ELÉTRICA	0,52	53,8	61,2
61 - ENGENHARIA ELÉTRICA	0,52	52,9	55,4
62 - ENGENHARIA ELÉTRICA	0,43	44,4	44,9
63 - ENGENHARIA ELÉTRICA	0,62	64,4	66,7
64 - ENGENHARIA ELÉTRICA	0,63	63,9	63,9
65 - ENGENHARIA ELÉTRICA	0,43	43,8	45,7
66 - ENGENHARIA ELÉTRICA	0,56	56,7	59,4
67 - ENGENHARIA ELÉTRICA	0,33	34,0	35,2
68 - ENGENHARIA ELÉTRICA	0,21	22,2	22,7
69 - ENGENHARIA ELÉTRICA	0,51	54,2	65,8
70 - ENGENHARIA ELÉTRICA	0,53	54,0	67,9
71 - ENGENHARIA ELÉTRICA	0,55	56,8	58,8
72 - ENG. ELÉT. E INFORM. INDUSTRIAL	0,59	59,5	62,4
73 - ENG. ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO	0,77	77,5	79,5
74 - ENGENHARIA DE PETRÓLEO	0,79	82,5	84,8
75 - ENGENHARIA MECÂNICA	0,69	71,2	73,5
76 - ENGENHARIA MECÂNICA	0,86	90,7	92,5
77 - ENGENHARIA MECÂNICA	0,53	55,1	59,0
78 - ENGENHARIA MECÂNICA	0,04	29,2	29,2
79 - ENGENHARIA MECÂNICA	0,29	43,3	43,3

Tabela 6.2 – Indicadores de ineficiência detectados em cada passo (Cont.)

	Passo 1	Passo 2	Passo 3
<b>PRODUTO</b>			
Alunos Titulados Total	x	X	
Alunos Titulados no Mestrado			x
Alunos Titulados no Doutorado			x
Publicação Total		X	x
<b>INSUMO</b>			
Alunos Novos Total	x	X	x
80 - ENGENHARIA MECÂNICA	0,15	16,3	16,3
81 - ENGENHARIA MECÂNICA	0,64	67,2	69,1
82 - ENGENHARIA MECÂNICA	0,74	77,2	79,1
83 - ENGENHARIA MECÂNICA	0,41	41,5	44,4
84 - ENGENHARIA MECÂNICA	0,42	44,7	51,6
85 - ENGENHARIA MECÂNICA	0,94	93,8	99,0
86 - ENGENHARIA MECÂNICA	0,39	41,2	44,3
87 - ENGENHARIA MECÂNICA	0,37	39,3	39,8
88 - ENGENHARIA MECÂNICA	0,53	53,7	56,1
89 - ENGENHARIA MECÂNICA	0,37	45,3	45,5
90 - ENGENHARIA MECÂNICA	0,54	68,9	70,7
91 - ENGENHARIA MECÂNICA	0,70	71,6	89,7
92 - ENGENHARIA NAVAL	0,51	54,7	56,7
93 - ENGENHARIA OCEÂNICA	0,17	17,4	18,2
94 - ENGENHARIA OCEÂNICA	0,42	42,6	44,6
95 - CIÊNCIAS TÉCNICAS NUCLEARES	0,77	79,8	82,2
96 - ENGENHARIA NUCLEAR	0,79	79,9	83,6
97 - ENGENHARIA NUCLEAR	0,39	40,0	48,3
98 - TECNOLOGIA NUCLEAR	0,44	74,1	76,3
99 - TEC. ENERGÉTICAS NUCLEARES	0,20	29,3	29,3
100 - ENGENHARIA QUÍMICA	0,48	69,6	69,6
101 - ENGENHARIA QUÍMICA	0,43	45,1	46,2
102 - ENGENHARIA QUÍMICA	0,74	76,8	79,0
103 - ENGENHARIA QUÍMICA	0,26	26,4	27,7
104 - ENGENHARIA QUÍMICA	0,92	100,0	100,0
105 - ENGENHARIA QUÍMICA	0,50	84,6	84,7
106 - ENGENHARIA QUÍMICA	0,11	97,2	97,2
107 - ENGENHARIA QUÍMICA	0,65	69,9	81,9
108 - ENGENHARIA QUÍMICA	0,74	80,6	81,0
109 - ENGENHARIA QUÍMICA	0,42	43,2	44,5
110 - ENGENHARIA QUÍMICA	0,67	69,1	77,5
111 - ENGENHARIA QUÍMICA	0,22	39,2	39,2
112 - ENGENHARIA QUÍMICA	0,50	51,0	57,7
113 - ENGENHARIA QUÍMICA	0,36	45,2	61,6
114 - TEC. DE PROC. QUÍ. E BIOQUÍMICO	0,32	52,1	52,5
115 - CIÊNCIAS DA ENG. AMBIENTAL	0,72	77,7	88,5
116 - ENGENHARIA AMBIENTAL	0,24	25,3	25,5
117 - ENG. HIDRÁULICA E SANEAMENTO	0,76	77,0	82,6
118 - SAN. MEIO AMB. E REC. HÍDRICOS	0,68	70,3	72,6
119 - TEC. AMBIENTAL E REC. HÍDRICOS	0,29	31,6	31,7

Esses indicadores foram gerados pela aplicação do modelo CCR em cada passo da análise e apontam os programas eficientes (indicador igual a 1). A análise da Tabela 2 permite visualizar a evolução da ineficiência de cada programa quando se modifica o conjunto de variáveis relevantes identificadas para avaliar o desempenho dos 119 programas de ensino de pós-graduação.

## 6.2 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO MÉTODO DEA

Esta seção apresenta os resultados empíricos obtidos através da aplicação do modelo DEA-CCR orientado para redução do consumo. A escolha dessa orientação deve-se ao fato de que se deseja gerar a produção observada com a maior redução equiproporcional do consumo.

O retorno de escala refere-se ao aumento ou diminuição da eficiência baseado no tamanho da produção. Ao assumir que os programas estão atuando sob condições de retorno constante de escala, implica dizer que eles podem operar com a maior produtividade observada.

A especificação de retorno constante de escala (Modelo DEA-CCR) usado nesta seção resulta em um indicador de eficiência produtiva que envolve ao mesmo tempo eficiência técnica e eficiência de escala. O uso simultâneo do método retorno variável à escala (Modelo DEA-BCC) permite fazer a distinção entre estes dois componentes do indicador de eficiência produtiva.

O modelo DEA-BCC considera a possibilidade da produtividade máxima observada não poder ser atingida em toda escala de operação. Dessa forma, no modelo DEA-BCC, um programa pode ser dito eficiente mesmo não estando operando na escala mais produtiva (Banker, Charnes, Cooper, 1984).

O uso do método DEA fornece informações sobre possíveis metas a serem estabelecidas para um programa ineficiente, a fim de torná-lo relativamente eficiente, sendo que estas metas são estimadas com base na comparação do plano de operação do programa analisado com um plano de geração “virtual” eficiente, formado a partir da combinação linear dos planos de operação executados pelos programas que compõem seu conjunto de referência. A Tabela 6.3 apresenta a meta estimada para o programa de Engenharia de Produção da UFSC.

A meta apresentada indica que o programa de Engenharia de Produção está utilizando mais insumo do que seria necessário para produzir eficientemente a mesma quantidade de produtos. A redução de 318,50 para 102,43 representa aproximadamente 68% do consumo observado. Com relação aos produtos, pode-se observar que: ALTME e ALTDO estão atingindo suas metas, no entanto o produto “PTOTAL” está produzindo menos do que seria capaz de produzir um programa eficiente que utiliza a mesma quantidade de insumos para produzir produtos na mesma proporção que o programa de Engenharia de Produção da UFSC.

Tabela 6.3 – Meta estimada para o programa de Engenharia de Produção

	Atual	Meta	Potencial Melhoria (%)
<b>Insumo</b>			
ALNTOT	318,50	102,43	-67,84
<b>Produtos</b>			
ALTME	86,00	86,00	0
ALTDO	25,50	25,50	0
PTOTAL	63,00	76,14	+20,85

As Tabelas 6.4 e 6.5 mostram um resumo dos resultados obtidos e informações sobre a distribuição de escores de eficiência nos programas de ensino de pós-graduação.

Tabela 6.4 – Resultados estatísticos do modelo estudado

Média	60,40
Desvio padrão	22,16
Mínimo	11,72
Máximo	100,00
Número de programas observados	119

Tabela 6.5 – Distribuição dos programas por nível de eficiência – Modelo DEA-CCR orientado para insumo.

Intervalo de Eficiência	Número de Ocorrências	Frequência Relativa	Frequência Acumulada
95% - 100%	10	8,4	8,4
90% - 95%	1	0,8	9,2
85% - 90%	5	4,2	13,4
80% - 85%	9	7,6	21,0
75% - 80%	9	7,6	28,6
70% - 75%	5	4,2	32,8
65% - 70%	11	9,2	42,0
< 65%	69	58,0	100,0

Analisando a tabela 6.4, pode-se observar que o coeficiente de variação dos escores de eficiência indica um afastamento em relação a média na ordem de aproximadamente 37% .

Observações semelhantes feitas na tabela 6.5, mostram que por exemplo, 16 programas, ou seja, 13,4% dos programas têm ineficiência que variam de 85% a 90% . E que mais da metade dos programas apresentam medidas de ineficiência inferior a 65% .

Com a aplicação do modelo DEA-CCR os resultados podem ser analisados de forma individualizada, no tocante a cada programa específico. Assim sendo, tomou-se, como exemplo o programa de número 45 da Tabela 6.6, Engenharia de Produção da UFSC, considerado ineficiente, com indicador DEA igual a 32,2%.

Conforme pode ser observado na Tabela 6.6, o conjunto de referência desse programa, é formado pelos programas de Engenharia

Aeronáutica e Mecânica e Engenharia Metalúrgica. Levando-se em consideração que o conjunto referência é constituído pelo subconjunto de programas eficientes com o qual o programa de Engenharia de Produção é mais diretamente comparado no cálculo de seu indicador de eficiência relativa, a comparação do desempenho do programa de Engenharia de Produção com os programas que compõem seu conjunto de referência permite que os gestores do programa entendam melhor a característica da ineficiência detectada, evitando assim a necessidade de pesquisar todos os programas que estão na fronteira de eficiência.

### 6.3 CONSTRUÇÃO DA FRONTEIRA DE EFICIÊNCIA PRODUTIVA

A avaliação da eficiência produtiva dos programas de ensino de pós-graduação atribuiu a cada programa um índice de eficiência relativa positivo e menor ou igual a 1. O subconjunto de programas eficientes (índice igual a 1) compõe a fronteira de eficiência e serve de referência para os programas ineficientes. Para tais programas a magnitude da eficiência é indicada pelo afastamento de seus indicadores em relação ao valor referência 1.

O método DEA-CCR, como detalhado na Tabela 6.7, constatou que 6 programas de ensino de pós-graduação são eficientes e que portanto compõem a fronteira de produção. São eles os seguintes: Engenharia Aeronáutica e Mecânica do ITA, Engenharia Civil da UFF, Engenharia de Materiais e Processos Avançados da UDESC, Engenharia Metalúrgica da USP, Engenharia de Infra Estrutura Aeronáutica do ITA e Engenharia Química da UFPB/C.G.

Tabela 6.6 – Plano de referência dos programas ineficientes

Programas Ineficientes	Instituição	Conjunto Referência
1 - ENG. ERA. E MEC.	ITA	*
2 - ENG. E TECNOLOGIA ESPACIAIS	INPE	ENG.AER.MEC. , ENG.METALÚRGICA
3 - BIOENGENHARIA	USP/SC	ENG.CIVIL, ENG.MAT. E PROC. AVAN, ENG.METALÚRGICA
4 - ENG. BIOMÉDICA	UFRJ	ENG.AER.MEC, ENG.METALÚRGICA , ENG.QUÍMICA
5 - ENG. CIVIL	PUC-RIO	ENG.AER.MEC,ENG.METALÚRGICA ,ENG.QUÍMICA
6 - ENG. CIVIL	UFF	*
7 - ENG. CIVIL	UFPB/C.G.	ENG.INFRA ESTR.AER , ENG.QUÍMICA
8 - ENG. CIVIL	UFPE	ENG.CIVIL, ENG.METALÚRGICA, ENG.QUÍMICA
9 - ENG. CIVIL	UFRJ	ENG.AER.MEC. , ENG.METALÚRGICA
10 - ENG. CIVIL	UFSC	ENG.INFRA ESTR.AER , ENG.QUÍMICA
11 - ENG. CIVIL	UFSCAR	ENG.AER.MEC, ENG.INFRA ESTR.ERA. , ENG.QUÍMICA
12 - ENG. CIVIL	UFV	ENG.INFRA ESTR.ERA
13 - ENG. CIVIL	UNICAMP	ENG.CIVIL , ENG.MAT. E PROC.AVANÇADOS
14 - ENG. CIVIL	USP	ENG.AER.MEC. , ENG.METALÚRGICA
15 - ENG. DE ESTRUTURAS	USP/SC	ENG.AER.MEC. , ENG.METALÚRGICA
16 - ESTRUTURAS	UFRGS	ENG.CIVIL, ENG.MAT. PROC.AVANÇ, ENG.METALÚRGICA
17 - RECURSOS HÍDRICOS	UFC	ENG.INFRA ESTR.AER. , ENG.QUÍMICA
18 - ENG. DE ESTRUTURAS	UFMG	ENG.INFRA ESTR.AER , ENG.QUÍMICA
19 - ENG.DE REC. HÍD. E SAN. AMBIENTAL	UFRGS	ENG.AER.MEC E ENG.METALÚRGICA
20 - ENG. HIDRÁULICA	UFPR	ENG.CIVIL, ENG.MAT.PROC.AVANÇ, ENG.METALÚRGICA
21 - ESTRUTURAS	UNB	ENG.INFRA ESTR.AER , ENG.QUÍMICA
22 - GEOTECNIA	UNB	ENG.INFRA ESTR.AER , ENG.QUÍMICA
23 - GEOTECNIA	USP/SC	ENG.AER.MEC, ENG.METALÚRGICA , ENG.QUÍMICA
24 - CIÊNCIA E ENG. DOS MATERIAIS	UFSCAR	ENG.MAT.PROC.AVANÇADOS , ENG.METALÚRGICA
25 - CIÊNCIA E TECN. DE POLÍMEROS	UFRJ	ENG.CIVIL,ENG.MAT.PROC.AVANÇ, ENG. METALÚRGICA
26 - CIÊNCIA DOS MATERIAIS	IME	ENG.AER.MEC , ENG.METALÚRGICA
27 - CIÊNCIA E ENG. DE MATERIAIS	USP/SC	ENG.CIVIL, ENG.MAT.PROC.AVANÇ, ENG.METALÚRGICA
28 - ENG. DE MATERIAIS	FAENQUIL	ENG.CIVIL, ENG.MAT.PROC.AVANÇ, ENG.METALÚRGICA
29 - ENG.DE MAT. E PROC. AVANÇADOS	UDESC	*
30 - ENG. METALÚR.	PUC-RIO	ENG.CIVIL, ENG.MAT.PROC.AVANÇ, ENG.METALÚRGICA
31 - ENG. METALÚR.	UFF	ENG.CIVIL, ENG.METALÚRGICA , ENG.QUÍMICA
32 - ENG. METALÚR.	UFRGS	ENG.AER.MEC, ENG.METALÚRGICA , ENG.QUÍMICA
33 - ENG. METALÚR.	USP	*
34 - ENG. METALÚR. E DE MATERIAIS	UFRJ	ENG.AER.MEC, ENG.METALÚRGICA , ENG.QUÍMICA
35 - ENG. METALÚR. E DE MINAS	UFMG	ENG.AER.MEC. , ENG.METALÚRGICA
36 - ENG. DE MINAS	UFPB/C.G.	ENG.AER.MEC. , ENG.INFRA ESTR.ERA
37 - ENG.DE PRODUÇÃO	USP	ENG.AER.MEC. , ENG.METALÚRGICA
38 - PESQ.OPER.E GER.DE PRODUÇÃO	UFRJ	ENG.AER.MEC. , ENG.METALÚRGICA
39 - ENG. DE PRODUÇÃO	EFEI	ENG.INFRA ESTR.ERA
40 - ENG. DE PRODUÇÃO	PUC-RIO	ENG.AER.MEC , ENG.INFRA ESTR.AER.
41 - ENG. DE PRODUÇÃO	UFF	ENG.INFRA ESTR.AER , ENG.QUÍMICA
42 - ENG. DE PRODUÇÃO	UFMG	ENG.AER.MEC,ENG.METALÚRGICA , ENG. QUÍMICA
43 - ENG. DE PRODUÇÃO	UFPB/J.P.	ENG.INFRA ESTR.ERA
44 - ENG. DE PRODUÇÃO	UFRGS	ENG.CIVIL , ENG.QUÍMICA
45 - ENG. DE PRODUÇÃO	UFSC	ENG.AER.MEC. , ENG.METALÚRGICA
46 - ENG. DE PRODUÇÃO	UFSCAR	ENG.CIVIL , ENG.MAT. E PROC.AVANÇADOS
47 - ENG. DE PRODUÇÃO	UFMS	ENG.CIVIL , ENG.MAT. E PROC.AVANÇADOS
48 - ENG.DE INFRA-ESTRUTURA AER.	ITA	*
49 - ENG. DE TRANSPORTES	UFRJ	ENG.CIVIL, ENG. MAT.PROC.AVANÇ, ENG.METALÚRGICA

\* Programa eficiente

Tabela 6.6 – Plano de referência dos programas ineficientes (Cont.)

Programas Ineficientes	Instituição	Conjunto Referência
50 - ENG. DE TRANSPORTES	USP	ENG.AER.MEC. , ENG. METALÚRGICA
51 – TRANSPORTES URBANOS	UNB	ENG.CIVIL, ENG.METALÚRGICA, ENG.QUÍMICA
52 - ENG. DE ELETRICIDADE	UFMA	ENG.CIVIL, ENG.MAT.PROC.AVANÇ, ENG.MATALÚRGICA
53 - ENG. ELÉTRICA	EFEI	ENG.INFRA ESTR.AER. , ENG.QUÍMICA
54 - ENG. ELÉTRICA	IME	ENG.CIVIL , ENG.MAT. E PROC.AVANÇADOS
55 - ENG. ELÉTRICA	PUC/RS	ENG.CIVIL , ENG.MAT. E PROC.AVANÇADOS
56 - ENG. ELÉTRICA	PUC-RIO	ENG.AER.MEC, ENG.MATALÚRGICA , ENG.QUÍMICA
57 - ENG. ELÉTRICA	UFES	ENG.INFRA ESTR.AER , ENG.QUÍMICA
58 - ENG. ELÉTRICA	UFMG	ENG.INFRA ESTR.AER , ENG.QUÍMICA
59 - ENG. ELÉTRICA	UFPA	ENG.INFRA ESTR.AER , ENG.QUÍMICA
60 - ENG. ELÉTRICA	UFPB/C.G.	ENG.AER.MEC. , ENG.METALÚRGICA
61 - ENG. ELÉTRICA	UFPE	ENG.INFRA ESTR.AER , ENG.QUÍMICA
62 - ENG. ELÉTRICA	UFRJ	ENG.AER.MEC, ENG.METALÚRGICA , ENG.QUÍMICA
63 - ENG. ELÉTRICA	UFRN	ENG.INFRA ESTR.AER , ENG.QUÍMICA
64 - ENG. ELÉTRICA	UFSC	ENG.AER.MEC, ENG.INFRA ESTR.ERA. , ENG.QUÍMICA
65 - ENG. ELÉTRICA	UFSP	ENG.AER.MEC, ENG.INFRA ESTR.ERA. , ENG.QUÍMICA
66 - ENG. ELÉTRICA	UFU	ENG.INFRA ESTR.AER , ENG.QUÍMICA
67 - ENG. ELÉTRICA	UNB	ENG.INFRA ESTR.AER , ENG.QUÍMICA
68 - ENG. ELÉTRICA	UNESP/IS	ENG.AER.MEC, ENG.INFRA ESTR.ERA. , ENG.QUÍMICA
69 - ENG. ELÉTRICA	UNICAMP	ENG.AER.MEC. , ENG.METALÚRGICA
70 - ENG. ELÉTRICA	USP	ENG.AER.MEC. , ENG.METALÚRGICA
71 - ENG. ELÉTRICA	USP/SC	ENG.INFRA ESTR.AER , ENG.QUÍMICA
72 - ENG.ELÉTRICA E INFOR. INDUSTRIAL	CEFET/PR	ENG.INFRA ESTR.AER E ENG.QUÍMICA
73 - ENG.ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO	ITA	ENG.AER.MEC , ENG.INFRA ESTR.AER.
74 - ENG. DE PETRÓLEO	UNICAMP	ENG.INFRA ESTR.AER , ENG.QUÍMICA
75 - ENG. MECÂNICA	EFEI	ENG.INFRA ESTR.AER , ENG.QUÍMICA
76 - ENG. MECÂNICA	IME	ENG.INFRA ESTR.AER E ENG.QUÍMICA
77 - ENG. MECÂNICA	PUC-RIO	ENG.AER.MEC, ENG.MATALÚRGICA , ENG.QUÍMICA
78 - ENG. MECÂNICA	UFF	ENG.MAT.PROC.AVANÇADOS , ENG.METALÚRGICA
79 - ENG. MECÂNICA	UFMG	ENG.CIVIL , ENG.MAT. E PROC.AVANÇADOS
80 - ENG. MECÂNICA	UFPA	ENG.AER.MEC, ENG.MATALÚRGICA , ENG.QUÍMICA
81 - ENG. MECÂNICA	UFPB/C.G.	ENG.AER.MEC, ENG.INFRA ESTR.ERA , ENG.QUÍMICA
82 - ENG. MECÂNICA	UFPB/J.P.	ENG.AER.MEC, ENG.INFRA ESTR.ERA , ENG.QUÍMICA
83 - ENG. MECÂNICA	UFRGS	ENG.AER.MEC., ENG.METALÚRGICA
84 - ENG. MECÂNICA	UFRJ	ENG.AER.MEC., ENG.METALÚRGICA
85 - ENG. MECÂNICA	UFRN	ENG.INFRA ESTR.AER
86 - ENG. MECÂNICA	UFSC	ENG.AER.MEC,ENG.METALÚRGICA , ENG.QUÍMICA
87 - ENG. MECÂNICA	UFU	ENG.INFRA ESTR.AER , ENG.QUÍMICA
88 - ENG. MECÂNICA	UNB	ENG.INFRA ESTR.AER , ENG.QUÍMICA
89 - ENG. MECÂNICA	UNESP/GUA	ENG.CIVIL, ENG.MAT.PROC.AVANÇ, ENG.MATALÚRGICA
90 - ENG. MECÂNICA	USP	ENG.CIVIL, ENG.METALÚRGICA , ENG.QUÍMICA
91 - ENG. MECÂNICA	USP/SC	ENG.AER.MEC. , ENG.METALÚRGICA
92 - ENG. NAVAL	USP	ENG.AER.MEC, ENG.METALÚRGICA , ENG.QUÍMICA
93 - ENG. OCEÂNICA	FURG	ENG.AER.MEC, ENG.INFRA ESTR.ERA, ENG.QUÍMICA
94 - ENG. OCEÂNICA	UFRJ	ENG.AER.MEC, ENG.MATALÚRGICA, ENG.QUÍMICA
95 – CIÊNCIAS TÉCNICAS NUCLEARES	UFMG	ENG.INFRA ESTR.AER , ENG.QUÍMICA
96 - ENG. NUCLEAR	IME	ENG.INFRA ESTR.AER , ENG.QUÍMICA
97 - ENG. NUCLEAR	UFRJ	ENG.AER.MEC. , ENG.MATALÚRGICA
98 – TECNOLOGIA NUCLEAR	USP	ENG.MAT.PROC.AVANÇADOS , ENG.METALÚRGICA

\* Programa eficiente



Tabela 6.6 – Planos de referência dos programas ineficientes (Cont.)

Programas Ineficientes	Instituição	Conjunto Referência
99 – TECNOLOGIAS ENERG. NUCLEARES	UFPE	ENG.CIVIL, ENG.MAT.PROC.AVANÇ, ENG.MATALÚRGICA
100 - ENG. QUÍMICA	UEM	ENG.CIVIL, ENG.MAT.PROC.AVANÇ, ENG.MATALÚRGICA
101 - ENG. QUÍMICA	UFBA	ENG.AER.MEC, ENG.INFRA ESTR.AER, ENG.QUÍMICA
102 - ENG. QUÍMICA	UFMG	ENG.INFRA ESTR.AER, ENG.QUÍMICA
103 - ENG. QUÍMICA	UFPA	ENG.AER.MEC, ENG.INFRA ESTR. AER, ENG.QUÍMICA
104 - ENG. QUÍMICA	UFPB/C.G.	*
105 - ENG. QUÍMICA	UFPE	ENG.CIVIL,ENG.MAT.PROC.AVANÇ, ENG. METALÚRGICA
106 - ENG. QUÍMICA	UFRGS	ENG.MAT.PROC.AVANÇADOS
107 - ENG. QUÍMICA	UFRJ	ENG.AER.MEC, ENG.METALÚRGICA
108 - ENG. QUÍMICA	UFRN	ENG.AER.MEC, ENG.INFRA ESTR.AER, ENG.QUÍMICA
109 - ENG. QUÍMICA	UFSC	ENG.INFRA ESTR.AER, ENG.QUÍMICA
110 - ENG. QUÍMICA	UFSCAR	ENG.AER.MEC, ENG.METALÚRGICA
111 - ENG. QUÍMICA	UFU	ENG.CIVIL, ENG.MAT.PROC.AVANÇ, ENG.MATALÚRGICA
112 - ENG. QUÍMICA	UNICAMP	ENG.AER.MEC, ENG.METALÚRGICA
113 - ENG. QUÍMICA	USP	ENG.METALÚRGICA
114 - TEC. DE PROC. QUÍM.	UFRJ	ENG.CIVIL, ENG.MAT.PROC.AVANÇ, ENG. METALÚRGICA
115 - CIÊNCIAS DA ENG. AMBIENTAL	USP/SC	ENG.AER.MEC, ENG.METALÚRGICA, ENG.QUÍMICA
116 - ENG. AMBIENTAL	UFSC	ENG.INFRA ESTR.AER, ENG.QUÍMICA
117 - ENG. HIDRÁULICA E SAN.	USP/SC	ENG.AER.MEC, ENG.METALÚRGICA
118 - SAN., MEIO AMB. E REC. HÍDRICOS	UFMG	ENG.INFRA ESTR.AER, ENG.QUÍMICA
119 - TEC.AMBIENTAL E REC. HÍDRICOS	UNB	ENG.CIVIL, ENG.METALÚRGICA

\* Programa eficiente

Os programas produtivamente eficientes determinam a fronteira de eficiência, ou seja, determinam o conjunto de planos de operação que alcançam a produtividade máxima observada. O modelo CCR identifica tais planos e gera informações complementares que possibilitam os programas ineficientes selecionarem metas que os tornem produtivamente eficientes, isto é, planos de operação que pertençam à fronteira de eficiência produtiva.

Finalizando, deve-se salientar que apenas 6 programas operam com a produtividade máxima, sendo os demais considerados ineficientes. O programa de Engenharia Química foi referenciado 61 vezes (53,98%), o programa de Engenharia Metalúrgica foi tomado como referência 60 vezes (53,10%), o programa de Engenharia Aeronáutica e Mecânica 49 vezes (43,36%), o programa de Engenharia de Infra Estrutura Aeronáutica 46 vezes (40,71%), o programa de Engenharia Civil 27 vezes

(23,89%) e o programa de Engenharia de Materiais e Processos Avançados 25 vezes (22,12%).

Este quadro de referências revela a diferença de significado entre os programas produtivamente eficientes em relação aos programas ineficientes, significado este a ser observado quando da elaboração de metas visando alcançar a produtividade máxima observada. Deve-se ressaltar que esta situação corresponde aos resultados do modelo CCR, que considera a hipótese das UTD's operarem com retornos constantes à escala.

#### 6.4 ESTIMATIVA DE GANHO DE PRODUTIVIDADE

Dos 119 planos observados, 113 apresentam forte evidência empírica de ineficiência ( $\theta^* < 1$ ) conforme Tabela 6.7.

Tabela 6.7 – Indicador de ineficiência obtido pelo modelo CCR

Programas	Instituição	Ind. de Ineficiência ( $\theta^*$ )
1 - ENGENHARIA AERONÁUTICA E MECÂNICA	ITA	100,00
2 - ENGENHARIA E TECNOLOGIA ESPACIAIS	INPE	68,28
3 - BIOENGENHARIA	USP/SC	79,49
4 - ENGENHARIA BIOMÉDICA	UFRJ	49,30
5 - ENGENHARIA CIVIL	PUC-RIO	62,23
6 - ENGENHARIA CIVIL	UFF	100,00
7 - ENGENHARIA CIVIL	UFPB/C.G.	39,30
8 - ENGENHARIA CIVIL	UFPE	84,24
9 - ENGENHARIA CIVIL	UFRJ	53,74
10 - ENGENHARIA CIVIL	UFSC	20,93
11 - ENGENHARIA CIVIL	UFSCAR	40,59
12 - ENGENHARIA CIVIL	UFV	46,80
13 - ENGENHARIA CIVIL	UNICAMP	29,61
14 - ENGENHARIA CIVIL	USP	63,87
15 - ENGENHARIA CIVIL (ENGENHARIA DE ESTRUTURAS)	USP/SC	61,50
16 - ENGENHARIA CIVIL (ESTRUTURAS)	UFRGS	68,70
17 - ENGENHARIA CIVIL (RECURSOS HÍDRICOS)	UFC	36,57
18 - ENGENHARIA DE ESTRUTURAS	UFMG	55,05
19 - ENGENHARIA DE REC. HÍDRICOS E SAN. AMBIENTAL	UFRGS	30,56
20 - ENGENHARIA HIDRÁULICA	UFPR	59,62
21 - ESTRUTURAS	UNB	57,32
22 - GEOTECNIA	UNB	52,99
23 - GEOTECNIA	USP/SC	78,90
24 - CIÊNCIA E ENGENHARIA DOS MATERIAIS	UFSCAR	86,21
25 - CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE POLÍMEROS	UFRJ	86,40
26 - CIÊNCIA DOS MATERIAIS	IME	85,94

Tabela 6.7 – Indicador de ineficiência obtido pelo modelo CCR (Cont.)

Programas	Instituição	Ind. de Ineficiência ( $\theta$ )
27 - CIÊNCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS	USP/SC	67,94
28 - ENGENHARIA DE MATERIAIS	FAENQUIL	29,04
29 - ENGENHARIA DE MATERIAIS E PROC. AVANÇADOS	UDESC	100,00
30 - ENGENHARIA METALÚRGICA	PUC-RIO	75,42
31 - ENGENHARIA METALÚRGICA	UFF	74,63
32 - ENGENHARIA METALÚRGICA	UFRGS	83,77
33 - ENGENHARIA METALÚRGICA	USP	100,00
34 - ENGENHARIA METALÚRGICA E DE MATERIAIS	UFRJ	50,68
35 - ENGENHARIA METALÚRGICA E DE MINAS	UFMG	52,95
36 - ENGENHARIA DE MINAS	UFPB/C.G.	64,30
37 - ENGENHARIA (ENGENHARIA DE PRODUÇÃO)	USP	63,62
38 - ENGENHARIA (PESQ. OPER. E GERENC. DE PRODUÇÃO)	UFRJ	47,88
39 - ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	EFEI	49,50
40 - ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	PUC-RIO	69,72
41 - ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	UFF	26,21
42 - ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	UFMG	11,72
43 - ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	UFPB/J.P.	96,92
44 - ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	UFRGS	67,14
45 - ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	UFSC	32,16
46 - ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	UFSCAR	79,59
47 - ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	UFSM	97,58
48 - ENGENHARIA DE INFRA-ESTRUTURA AERONÁUTICA	ITA	100,00
49 - ENGENHARIA DE TRANSPORTES	UFRJ	62,37
50 - ENGENHARIA DE TRANSPORTES	USP	30,89
51 - TRANSPORTES URBANOS	UNB	55,41
52 - ENGENHARIA DE ELETRICIDADE	UFMA	20,60
53 - ENGENHARIA ELÉTRICA	EFEI	44,88
54 - ENGENHARIA ELÉTRICA	IME	66,17
55 - ENGENHARIA ELÉTRICA	PUC/RS	73,46
56 - ENGENHARIA ELÉTRICA	PUC-RIO	63,13
57 - ENGENHARIA ELÉTRICA	UFES	51,48
58 - ENGENHARIA ELÉTRICA	UFMG	41,18
59 - ENGENHARIA ELÉTRICA	UFPA	29,44
60 - ENGENHARIA ELÉTRICA	UFPB/C.G.	61,15
61 - ENGENHARIA ELÉTRICA	UFPE	54,95
62 - ENGENHARIA ELÉTRICA	UFRJ	44,88
63 - ENGENHARIA ELÉTRICA	UFRN	66,29
64 - ENGENHARIA ELÉTRICA	UFSC	63,89
65 - ENGENHARIA ELÉTRICA	UFSM	45,31
66 - ENGENHARIA ELÉTRICA	UFU	58,86
67 - ENGENHARIA ELÉTRICA	UNB	34,93
68 - ENGENHARIA ELÉTRICA	UNESP/IS	22,56
69 - ENGENHARIA ELÉTRICA	UNICAMP	65,76
70 - ENGENHARIA ELÉTRICA	USP	67,87
71 - ENGENHARIA ELÉTRICA	USP/SC	58,39
72 - ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA INDUSTRIAL	CEFET/PR	61,83
73 - ENGENHARIA ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO	ITA	79,42
74 - ENGENHARIA DE PETRÓLEO	UNICAMP	84,33
75 - ENGENHARIA MECÂNICA	EFEI	73,06

Tabela 6.7 – Indicador de ineficiência obtido pelo modelo CCR (Cont.)

Programas	Instituição	Ind. de Ineficiência ( $\theta$ )
76 - ENGENHARIA MECÂNICA	IME	92,19
77 - ENGENHARIA MECÂNICA	PUC-RIO	58,97
78 - ENGENHARIA MECÂNICA	UFF	29,17
79 - ENGENHARIA MECÂNICA	UFMG	43,32
80 - ENGENHARIA MECÂNICA	UFPA	16,31
81 - ENGENHARIA MECÂNICA	UFPB/C.G.	68,76
82 - ENGENHARIA MECÂNICA	UFPB/J.P.	78,77
83 - ENGENHARIA MECÂNICA	UFRGS	44,40
84 - ENGENHARIA MECÂNICA	UFRJ	51,57
85 - ENGENHARIA MECÂNICA	UFRN	98,18
86 - ENGENHARIA MECÂNICA	UFSC	44,34
87 - ENGENHARIA MECÂNICA	UFU	39,73
88 - ENGENHARIA MECÂNICA	UNB	55,66
89 - ENGENHARIA MECÂNICA	UNESP/GUAR	45,49
90 - ENGENHARIA MECÂNICA	USP	70,71
91 - ENGENHARIA MECÂNICA	USP/SC	89,73
92 - ENGENHARIA NAVAL	USP	56,72
93 - ENGENHARIA OCEÂNICA	FURG	18,06
94 - ENGENHARIA OCEÂNICA	UFRJ	44,58
95 - CIÊNCIAS TÉCNICAS NUCLEARES	UFMG	82,08
96 - ENGENHARIA NUCLEAR	IME	82,87
97 - ENGENHARIA NUCLEAR	UFRJ	48,29
98 - TECNOLOGIA NUCLEAR	USP	76,33
99 - TECNOLOGIAS ENERGÉTICAS NUCLEARES	UFPE	29,33
100 - ENGENHARIA QUÍMICA	UEM	69,56
101 - ENGENHARIA QUÍMICA	UFBA	45,97
102 - ENGENHARIA QUÍMICA	UFMG	78,57
103 - ENGENHARIA QUÍMICA	UFPA	28,64
104 - ENGENHARIA QUÍMICA	UFPB/C.G.	100,00
105 - ENGENHARIA QUÍMICA	UFPE	84,65
106 - ENGENHARIA QUÍMICA	UFRGS	97,22
107 - ENGENHARIA QUÍMICA	UFRJ	81,94
108 - ENGENHARIA QUÍMICA	UFRN	80,93
109 - ENGENHARIA QUÍMICA	UFSC	44,27
110 - ENGENHARIA QUÍMICA	UFSCAR	77,48
111 - ENGENHARIA QUÍMICA	UFU	39,22
112 - ENGENHARIA QUÍMICA	UNICAMP	57,74
113 - ENGENHARIA QUÍMICA	USP	61,58
114 - TECNOLOGIA DE PROC. QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS	UFRJ	52,51
115 - CIÊNCIAS DA ENGENHARIA AMBIENTAL	USP/SC	88,45
116 - ENGENHARIA AMBIENTAL	UFSC	25,49
117 - ENGENHARIA HIDRÁULICA E SANEAMENTO	USP/SC	82,60
118 - SANEAMENTO, MEIO AMB. E RECURSOS HÍDRICOS	UFMG	72,15
119 - TECNOLOGIA AMBIENTAL E RECURSOS HÍDRICOS	UNB	31,65

A Tabela 6.8 transcreve os programas ineficientes, os indicadores de ineficiência, o consumo observado, o consumo mínimo

possível e a redução potencial. O indicador de eficiência 0,683 do programa Engenharia e Tecnologia Espaciais sinaliza que esse programa poderia continuar a gerar as mesmas quantidades de produção diminuindo seu consumo em torno de 32%, ou seja, partindo do consumo observado de 13 para um consumo reduzido de aproximadamente 9.

O conjunto dos 113 programas ineficientes poderia reduzir o seu consumo total observado de 3844 para 2134. O que representaria um ganho da ordem de 44,48%.

Tabela 6.8 – Estimativa de ganho de produtividade dos programas ineficientes

Nº de ordem	Programas ineficiente	Ind. Inef. $\theta$	Consumo Observado $X^0$	Contração/Projeção $X^* = X^0 \theta$	Redução potencial (%)
1	ENGENHARIA E TECNOLOGIA ESPACIAIS - INPE	0,683	13,0	8,876	31,72
2	BIOENGENHARIA - USP/SC	0,795	7,0	5,564	20,51
3	ENGENHARIA BIOMÉDICA - UFRJ	0,493	24,0	11,832	50,70
4	ENGENHARIA CIVIL - PUC-RIO	0,622	39,0	24,270	37,77
5	ENGENHARIA CIVIL - UFPB/C.G	0,393	27,0	10,611	60,70
6	ENGENHARIA CIVIL - UFPE	0,842	8,0	6,739	15,76
7	ENGENHARIA CIVIL - UFRJ	0,537	102,0	54,815	46,26
8	ENGENHARIA CIVIL - UFSC	0,209	63,5	13,291	79,07
9	ENGENHARIA CIVIL - UFSCAR	0,406	9,0	3,653	59,41
10	ENGENHARIA CIVIL - UFV	0,468	12,5	5,850	53,20
11	ENGENHARIA CIVIL - UNICAMP	0,296	76,5	22,652	70,39
12	ENGENHARIA CIVIL - USP	0,639	93,5	59,718	36,13
13	ENGENHARIA CIVIL (ENG. DE ESTRUTURAS) - USP/SC	0,615	38,5	23,678	38,50
14	ENGENHARIA CIVIL (ESTRUTURAS) - UFRGS	0,687	36,5	25,076	31,30
15	ENGENHARIA CIVIL (RECURSOS HÍDRICOS) - UFC	0,366	15,0	5,486	63,43
16	ENGENHARIA DE ESTRUTURAS - UFMG	0,551	16,5	9,083	44,95
17	ENG. DE REC. HÍDRICOS E SAN. AMBIENTAL - UFRGS	0,306	33,0	10,085	69,44
18	ENGENHARIA HIDRÁULICA - UFPR	0,596	6,5	3,875	40,38
19	ESTRUTURAS - UNB	0,573	16,5	9,458	42,68
20	GEOTECNIA - UNB	0,530	20,0	10,598	47,01
21	GEOTECNIA - USP/SC	0,789	19,5	15,386	21,10
22	CIÊNCIA E ENGENHARIA DOS MATERIAIS - UFSCR	0,862	66,5	57,330	13,79
23	CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE POLÍMEROS - UFRJ	0,864	27,5	23,760	13,60
24	CIÊNCIA DOS MATERIAIS - IME	0,859	9,0	7,735	14,06

Tabela 6.8 – Estimativa de ganho de produtividade dos programas ineficientes (Cont.)

Nº de ordem	Programas ineficiente	Ind. Inef. $\theta^*$	Consumo Observado $X^0$	Contração/Projeção $X^* = X^0 \theta^*$	Redução potencial (%)
25	CIÊNCIA E ENG. DE MAT. - USP/SC	0,679	40,5	27,516	32,06
26	ENG. DE MATERIAIS - FAENQUIL	0,290	20,5	5,945	71,00
27	ENG. METALÚRGICA - PUC-RIO	0,754	21,0	15,838	24,58
28	ENGENHARIA METALÚRGICA - UFF	0,746	15,0	11,195	25,37
29	ENGENHARIA METALÚRGICA - UFRGS	0,838	53,0	44,398	16,23
30	ENG. METALÚRGICA E DE MATERIAS - UFRJ	0,507	53,5	27,125	49,30
31	ENGENHARIA METALÚRGICA E DE MINAS - UFMG	0,530	49,0	25,946	47,05
32	ENGENHARIA DE MINAS - UFPB/C.G	0,643	3,5	2,251	35,70
33	ENGENHARIA (ENGENHARIA DE PRODUÇÃO) - USP	0,636	38,5	24,494	36,38
34	PESQ.OPER. GER. PRODUÇÃO) - UFRJ	0,479	168,5	80,678	52,12
35	ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - EFEI	0,495	10,0	4,950	50,50
36	ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - PUC-RIO	0,697	35,5	24,751	30,28
37	ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - UFF	0,262	46,0	12,057	73,79
38	ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - UFMG	0,117	16,0	1,875	88,28
39	ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - UFPB/J.P	0,969	13,0	12,600	3,08
40	ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - UFRGS	0,671	23,0	15,442	32,86
41	ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - UFSC	0,322	318,5	102,430	67,84
42	ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - UFSCAR	0,796	17,0	13,530	20,41
43	ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - UFSM	0,976	27,5	26,835	2,42
44	ENGENHARIA DE TRANSPORTES - UFRJ	0,624	36,0	22,453	37,63
45	ENGENHARIA DE TRANSPORTES - USP	0,309	42,0	12,978	69,10
46	TRANSPORTES URBANOS - UNB	0,554	11,0	6,095	44,59
47	ENGENHARIA DE ELETRICIDADE - UFMA	0,206	24,0	4,944	79,40
48	ENGENHARIA ELÉTRICA - EFEI	0,449	38,5	17,279	55,12
49	ENGENHARIA ELÉTRICA - IME	0,662	13,0	8,602	33,83
50	ENGENHARIA ELÉTRICA - PUC/RS	0,735	6,5	4,775	26,54
51	ENGENHARIA ELÉTRICA - PUC-RIO	0,631	55,5	35,037	36,87
52	ENGENHARIA ELÉTRICA - UFES	0,515	16,0	8,237	48,52
53	ENGENHARIA ELÉTRICA - UFMG	0,412	48,5	19,972	58,82
54	ENGENHARIA ELÉTRICA - UFPA	0,294	20,0	5,888	70,56
55	ENGENHARIA ELÉTRICA - UFPB/C.G	0,612	30,5	18,651	38,85
56	ENGENHARIA ELÉTRICA - UFPE	0,550	11,5	6,319	45,05
57	ENGENHARIA ELÉTRICA - UFRJ	0,449	50,5	22,664	55,12
58	ENGENHARIA ELÉTRICA - UFRN	0,663	11,0	7,292	33,71
59	ENGENHARIA ELÉTRICA - UFSC	0,639	78,0	49,834	36,11
60	ENGENHARIA ELÉTRICA - UFSM	0,453	8,0	3,625	54,69
61	ENGENHARIA ELÉTRICA - UFU	0,589	44,5	26,193	41,14
62	ENGENHARIA ELÉTRICA - UNB	0,349	23,5	8,209	65,07

Tabela 6.8 – Estimativa de ganho de produtividade dos programas ineficientes (Cont.)

Nº de ordem	Programas ineficiente	Ind. Inef. $\theta^*$	Consumo Observado $X^0$	Contração/ Projeção $X^* = X^0 \theta^*$	Redução potencial (%)
63	ENGENHARIA ELÉTRICA - UNESP/IS	0,226	24,5	5,527	77,44
64	ENGENHARIA ELÉTRICA - UNICAMP	0,658	187,0	122,971	34,24
65	ENGENHARIA ELÉTRICA - USP	0,679	135,0	91,625	32,13
66	ENGENHARIA ELÉTRICA - USP/SC	0,584	25,0	14,598	41,61
67	ENG. ELÉTRICA E INFORM. INDUSTRIAL - CEFET/PR	0,618	36,5	22,568	38,17
68	ENGENHARIA ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO - ITA	0,794	25,5	20,252	20,58
69	ENGENHARIA DE PETRÓLEO - UNICAMP	0,843	12,5	10,541	15,67
70	ENGENHARIA MECÂNICA - EFEI	0,731	15,0	10,959	26,94
71	ENGENHARIA MECÂNICA - IME	0,922	8,0	7,375	7,81
72	ENGENHARIA MECÂNICA - PUC-RIO	0,590	24,5	14,448	41,03
73	ENGENHARIA MECÂNICA - UFF	0,292	12,0	3,500	70,83
74	ENGENHARIA MECÂNICA - UFMG	0,433	22,0	9,530	56,68
75	ENGENHARIA MECÂNICA - UFPA	0,163	11,5	1,876	83,69
76	ENGENHARIA MECÂNICA - UFPB/C.G	0,688	4,0	2,750	31,24
77	ENGENHARIA MECÂNICA - UFPB/J.P	0,788	7,0	5,514	21,23
78	ENGENHARIA MECÂNICA - UFRGS	0,444	35,5	15,762	55,60
79	ENGENHARIA MECÂNICA - UFRJ	0,516	40,5	20,886	48,43
80	ENGENHARIA MECÂNICA - UFRN	0,982	11,0	10,800	1,82
81	ENGENHARIA MECÂNICA - UFSC	0,443	85,0	37,689	55,66
82	ENGENHARIA MECÂNICA - UFU	0,397	31,5	12,515	60,27
83	ENGENHARIA MECÂNICA - UNB	0,557	13,0	7,236	44,34
84	ENGENHARIA MECÂNICA - UNESP/GUAR	0,455	27,5	12,510	54,51
85	ENGENHARIA MECÂNICA - USP	0,707	30,0	21,213	29,29
86	ENGENHARIA MECÂNICA - USP/SC	0,897	38,5	34,546	10,27
87	ENGENHARIA NAVAL - USP	0,567	17,0	9,642	43,28
88	ENGENHARIA OCEÂNICA - FURG	0,181	10,0	1,806	81,94
89	ENGENHARIA OCEÂNICA - UFRJ	0,446	32,0	14,266	55,42
90	CIÊNCIAS TÉCNICAS NUCLEARES - UFMG	0,821	10,0	8,208	17,92
91	ENGENHARIA NUCLEAR - IME	0,829	6,0	4,972	17,13
92	ENGENHARIA NUCLEAR - UFRJ	0,483	29,5	14,246	51,71
93	TECNOLOGIA NUCLEAR - USP	0,763	84,5	64,499	23,67
94	TECNOLOGIAS ENERGÉTICAS NUCLEARES - UFPE	0,293	13,0	3,813	70,67
95	ENGENHARIA QUÍMICA - UEM	0,696	13,5	9,391	30,44
96	ENGENHARIA QUÍMICA - UFBA	0,460	10,0	4,597	54,03
97	ENGENHARIA QUÍMICA - UFMG	0,786	7,0	5,500	21,43
98	ENGENHARIA QUÍMICA - UFPA	0,286	6,5	1,862	71,36
99	ENGENHARIA QUÍMICA - UFPE	0,847	6,5	5,502	15,35
100	ENGENHARIA QUÍMICA - UFRGS	0,972	12,0	11,666	2,78
101	ENGENHARIA QUÍMICA - UFRJ	0,819	37,5	30,713	18,10
102	ENGENHARIA QUÍMICA - UFRN	0,809	7,5	6,070	19,07
103	ENGENHARIA QUÍMICA - UFSC	0,443	15,5	6,862	55,73

Tabela 6.8 – Estimativa de ganho de produtividade dos programas ineficientes (Cont.)

Nº de ordem	Programas ineficiente	Ind. Inef. $\theta^*$	Consumo Observado $X^0$	Contração/Projeção $X^* = X^0 \theta^*$	Redução potencial (%)
104	ENGENHARIA QUÍMICA - UFSCAR	0,775	31,0	24,019	22,52
105	ENGENHARIA QUÍMICA - UFU	0,392	11,5	4,510	60,78
106	ENGENHARIA QUÍMICA - UNICAMP	0,577	92,5	53,410	42,26
107	ENGENHARIA QUÍMICA - USP	0,616	31,0	19,090	38,42
108	TECNOLOGIA DE PROC. QUÍ. E BIOQUÍMICOS - UFRJ	0,525	41,0	21,529	47,49
109	CIÊNCIAS DA ENGENHARIA AMBIENTAL - USP/SC	0,885	30,5	26,977	11,55
110	ENGENHARIA AMBIENTAL - UFSC	0,255	31,0	7,902	74,51
111	ENGENHARIA HIDRÁULICA E SANEAMENTO - USP/SC	0,826	50,0	41,300	17,40
112	SAN. MEIO AMB. E REC. HÍDRI - UFMG	0,722	19,0	13,709	27,85
113	TECNOLOGIA AMBIENTAL E REC. HÍDRICOS - UNB	0,317	7,5	2,374	68,35
<b>Totais</b>			<b>3.843,50</b>	<b>2.133,94</b>	<b>44,48</b>



## Capítulo 7

# CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 7.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho é contribuir para o aperfeiçoamento do processo de avaliação de desempenho dos programas de pós-graduação no que concerne a estimação de uma fronteira não paramétrica de eficiência.

Tendo em vista que a avaliação dos programas de pós-graduação no Brasil se apresenta como uma necessidade e se constitui num instrumento de aprimoramento dos mesmos e, que oferece subsídios aos gestores dos programas nas tomadas de decisão, este trabalho avalia a eficiência produtiva dos programas de pós-graduação na área das engenharias, utilizando o método de Análise Envoltória de Dados.

O fato dos programas estarem ligados diretamente as instituições de ensino, e estas serem vistas como organizações produtivas que empregam vários insumos para gerarem vários produtos em um ambiente sócio-econômico onde não se aplicam os conceitos de lucro e de preços de mercado, o emprego da Análise Envoltória de Dados nesta pesquisa, serviu como ferramenta na identificação e avaliação dos programas de ensino de pós-graduação eficientes.

### 7.2 CONCLUSÕES

Como foi descrito no capítulo 6, o procedimento de Norman e Stoker selecionou quatro variáveis que foram consideradas na avaliação da eficiência produtiva dos programas de ensino de pós-graduação em engenharia.

Os indicadores de eficiência DEA têm como objetivo medir a produtividade de unidades tomadoras de decisão que no caso em questão, refere-se aos programas de ensino de pós-graduação das engenharias.

As variáveis selecionadas foram: aluno novo total que foi considerada como insumo; como produto, foram consideradas as variáveis: aluno titulado no mestrado, aluno titulado no doutorado e publicação total. ✓

Tendo em vista que a eficiência produtiva dos programas de ensino de pós-graduação atribui a cada programa um indicador de eficiência, os programas com indicador igual a um, definiram a fronteira de eficiência produtiva.

Com a aplicação da Análise Envoltória de Dados sobre as variáveis relevantes, foi identificado um subconjunto de programas eficientes, tomados como referência pelos programas ineficientes.

Observando-se a fronteira de eficiência, nota-se que ela é formada pelos seguintes programas: Engenharia Aeronáutica e Mecânica do ITA, Engenharia Civil da UFF, Engenharia de Materiais e Processos Avançados da UDESC, Engenharia Metalúrgica da USP, Engenharia de Infra Estrutura Aeronáutica do ITA e Engenharia Química da UFPB/C.G. Podemos verificar que os programas que estão na fronteira pertencem a instituições consideradas de porte relativamente médio, exceção feita ao programa de Engenharia Metalúrgica da USP, que é uma instituição de grande porte.

A estrutura da análise apresentada neste trabalho procura não apenas identificar quais os programas que são eficientes, mas ajuda também a explicar as ineficiências e orientar possíveis medidas de ações que visem a melhoria dos programas ineficientes.

Com o objetivo de se apresentar uma análise mais detalhada sobre a performance de cada programa especificamente, os resultados da aplicação dos modelos utilizados indicam:

- ♦ o indicador de eficiência DEA de cada unidade em análise;
- ♦ conjunto de referência para a unidade em análise, ou seja, as unidades com as quais o programa foi comparado no cálculo de sua eficiência; e
- ♦ as possíveis metas de desempenho futuro para cada programa considerado ineficiente. Estas metas são calculadas através da projeção dos programas ineficientes sobre a fronteira de eficiência empiricamente determinada.

Deve-se ressaltar que as conclusões descritas acima precisam ser encaradas como preliminares da aplicação do método Análise Envoltória de Dados no tocante à avaliação da eficiência produtiva dos programas de pós-graduação na área das engenharias, visto que uma aplicação completa exigiria a continuidade da avaliação com a realização de estudos mais aprofundados e a inclusão de outras variáveis ao banco de dados da CAPES.

### 7.3 RECOMENDAÇÕES

A presente pesquisa restringiu-se as informações contidas em um banco de dados construído pela CAPES referente a avaliação dos programas de ensino de pós-graduação no biênio 96/97. Algumas limitações contidas no banco de dados dão um caráter ilustrativo aos resultados desta pesquisa. Portanto faz-se necessário a realização de trabalhos que de certa forma contemplem os aspectos aqui omitidos. Neste sentido recomenda-se a realização de estudos, considerando ainda os seguintes aspectos:

- ◆ dados referentes ao número de bolsas concedidas a mestrando e doutorando; ✓
- ◆ número de publicações totais pelo número total de docentes permanentes de cada programa por ano; ✓
- ◆ índice de produtividade teses/docente/ano; ✓
- ◆ aplicação do método a outras áreas do conhecimento; e
- ◆ uma análise mais detalhada do conjunto de programas que foi tomado como referência e que formam a fronteira de eficiência, com a finalidade de identificar suas características e associações com os diferentes tipos de programas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHN, T.S. *Efficiency and Reled Issues in Higuer Education: A Data Envelopment Analysis Approach*. Austin, 1987. Ph.D Dissertation, The University of Texas at Austin.

AHN, T.S., SEIFORD, L.M. Sensitivity of DEA to Models and Variable Sets in a Hypothesis Test Setting: the efficiency of university operations In: YUJI IJIRI (ed), *reative and innovative approaches to the science of management*, New York, Quorum Books, 1993.

AMARAL, Odete dos Santos. *Avaliação da Eficiência Produtiva das Unidades Acadêmicas da Universidade do Amazonas, nos anos de 1994 e 1995, empregando Análise Envoltória de Dados*. Florianópolis, 1998. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.

ANDIFES, *Uma Proposta de Avaliação das Instituições de Ensino Superior*. Florianópolis, ANDIFES, 1993.

AQUILLAR, José M. , ANDEREGG, Ezequiel. *Avaliação de Serviços e Programas Sociais*. Petrópolis: Vozes, 1994.

BELLONI, I. Função Social da Avaliação Institucional. In: *“Worshop sobre Avaliação”*, organizado pela Faculdade de Educação da UNICAMP, realizado em Campinas, SP, 1998. pp 1-19.

BELLONI, José Ângelo. *Uma Metodologia de Avaliação da Eficiência Produtiva de Universidades Federais Brasileiras*. Florianópolis: UFSC, 2000,. Tese de Doutorado, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

- BELLONI et al. Avaliação Institucional da Universidade Brasileira. In: BALZAN, N.C. , DIAS SOBRINHO, José (orgs), **Avaliação Institucional: teoria e experiências**. São Paulo: Cortez, 1995.
- BELLONI et al. **Proposta de Avaliação Institucional da Universidade de Brasília**. Educación Superior y Sociedad, v.5, nºs 1 y 2, pp 51-70, 1994.
- CHARNES, A., COOPER, W.W., RHODES, E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units. **European Journal of Operational Research**, 2 (6), 1978, pp 429-444.
- CHARNES, A., COOPER, W.W., RHODES, E. Evaluating Program and Managerial Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis to Program Follow Through. **Management Science**, 27/6, 1981, pp 668-697.
- CHARNES, A., et al. **Data Envelopment Analysis: Theory, Metodology and Applications**. Massachussts: Kluwer Academic Publishers, 1994.
- CURY, K. et al. XXVII SBPO, 1995, Vitória. Análise Envolvória de Dados Aplicada a Avaliação da Pós-graduação das Universidades Federais. Vitória: XXVII SBPO, 1995.
- DEMO, Pedro. **Avaliação Qualitativa**. 3. ed. São Paulo: Cortez, Autores Associados, 1991.
- DEMO, Pedro. **Avaliação Qualitativa**. 5. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 1995.
- DIAS SOBRINHO, José. Avaliação Quantitativa, Avaliação Qualitativa: interação e ênfase. In: SGUISSARDI, Valdemar (org), **Avaliação Universitária em Questão**, São Paulo: Autores Associados, 1997.
- DIAS SOBRINHO, José. **Funcionamento e modos Sociais da Avaliação Institucional**. Avaliação, Campinas, v.3, nº 2, pp 65-76, jun.1998.

FARREL, M. J. The Measurement of Productive Efficiency. ***Journal of Royal Statistical Society***, v. 120, part III, 1957, pp 253-290.

FIORIN, José Luiz. ***Considerações em Torno do Novo Processo de Avaliação***. INFOCAPES, Boletim Informativo da CAPES, Brasília, v.6, nº 2, pp 27-29, abril/junho. 1998.

FREITAS, Iêda M. A.C. ***Avaliação da Educação Superior: fatores técnicos e políticos em universidades públicas brasileiras***. Florianópolis: UFSC, 1995, (Dissertação de Mestrado em Administração) Universidade Federal de Santa Catarina, 1995.

FRIED, Harold. O., KNOX LOVELL, C. A., SCHMIDT, Shelton S. ***The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications***. Oxford: Oxford University, 1993.

GAMERMAN, D., MIGON, U.S., SANT'ANA, A. P. ***Um Modelo Integrado para o Melhoramento da Qualidade das Universidades Públicas***. Rio de Janeiro: UFRJ, Instituto de Matemática, 1992 (Relatório Técnico nº 65)

GLASS, J.C., MACKILLOP, D.G., HYNDMAN, N. ***Efficiency in the Prevision of University Teaching and Research: An Empirical Analysis of UK Universities***. *Journal of Applied Econometrics*, v.10, 1995 pp 61-72.

GOLANY, B. ROLL, Y. An Application Procedure for DEA. ***Omega***, v.17, 1989, pp 237-250.

HARRISON, M.E. ***Measuring the Comparative Technical Efficiency of University***. Ph.D. Dissertation, the university of North Carolina at Chaper Hill, 1988.

JOHNES, G., Johnes, J. ***Measuring the Research Performance of UK Economics Departaments: An Application of Data Envelopment Analysis***. *Oxford Economic Papers*, 1993 pp 332-347.

JOHNES, J., TAYLOR, J., FRANCIS, B. ***The Research Performance of UK Universities: A Statistical Analysis of the Results of the 1998 Research Selectivity Exercise***. J.R. Statistical Society, 156, part 2, 1993, pp 271-286.

LAPA, Jair dos Santos., NEIVA, Cláudio C. Avaliação em Educação: comentários sobre desempenho e qualidade. ***Ensaio***, v.4, nº 12 (jul/set), 1996, pp 213-236.

LAPA, Jair dos Santos, LOPES, A.L.M., LANZER, E. XXVII SBPO, 1995, Vitória. Análise Envoltória de Dados Aplicado a Avaliação de Instituições de Ensino Superior: determinação dos pesos relativos e valoração dos insumos e produtos. Vitória: XXVII SBPO, 1995.

LAPA, Jair dos Santos, LOPES, A.L.M., LANZER, E. First International Congress of Industrial Engineering e XV Congresso Nacional de Engenharia de Produção, 1995, São Carlos. Eficiência Produtiva em Serviços Governamentais: o caso das universidades federais brasileiras. São Carlos: 1995.

LAPA, Jair dos Santos, LOPES, A.L.M., LANZER, E. XX ENAMPAD, 1996, Angra dos Reis. Análise Envoltória de Dados: uma nova ferramenta para avaliação multidimensional do setor de serviços. Angra dos Reis: 1996.

LAPA, Jair dos Santos., BELLONI, José Ângelo., NEIVA, Cláudio C. ***Medidas de Desempenho de Unidades Acadêmicas de uma Instituição de Ensino Superior***. Relatório Técnico, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, UFSC (mimeo), 1997.

LINDSAY, A.W. Institutional Performance in Higher Education: the efficiency dimension. ***Review of Educational Research***, 52 (2), 1982, pp 175-199.

LOPES, A.L.M. ***Avaliação Cruzada da Produtividade e Qualidade de Departamentos Acadêmicos de uma Universidade com Modelo de***



- Análise Envoltória de Dados e Conjuntos Difusos.*** Florianópolis: 1998.  
Tese de Doutorado, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.
- MEC/PAIUB. ***Programa de Avaliação Institucional das Universidades Brasileiras.*** Brasília:MEC, 1994.
- MEYER JR, V. ***A Busca de Qualidade nas Instituições Universitárias.*** Rio de Janeiro: Enfoque, nº 10, set, 1993, pp 18-21.
- NEIVA, Cláudio C. ***Avaliação como Instrumento de Apoio ao Planejamento e Tomada de Decisão: a perspectiva da eficiência institucional e da qualidade do ensino dentro de um enfoque político.*** In: VAHL, Teodoro R. et al. (org). ***Desafios da Administração Universitária.*** Florianópolis: UFSC, 1989.
- NORMAN, Michael, STOKER Barry. ***Data Envelopment Analysis: The assessment of performance.*** New York: John Wiley, 1991.
- NUNES, Nilce. ***Avaliação da Eficiência Produtiva de Organizações Educacionais: Uma aplicação do método de Análise Envoltória de Dados sobre a produção científica dos departamentos de ensino da Universidade Federal de Santa Catarina.*** Florianópolis: 1998.  
Dissertação de Mestrado, Departamento de Administração, Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.
- OLIVEIRA, Fátima Bayma. ***Pós-graduação: Educação e mercado de trabalho.*** Campinas: Papirus, 1995.
- PAREDES, Edijane Barbosa. ***Análise de Componentes Principais e Procedimento de Norman e Stoker: técnicas alternativas para identificação dos insumos e produtos relevantes no emprego da Análise Envoltória de Dados para avaliação da eficiência técnica de instituições federais de ensino superior.*** Florianópolis: 1998.

- Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.
- POPHAM, James W. **Manual de Avaliação: regras e práticas para o avaliador educacional**. Petrópolis: Vozes, 1997.
- ROSSETTI, José Paschoal. **Introdução à Economia**. São Paulo: Atlas, 1987.
- SANDER, B. **Administração da Educação no Brasil: é hora da relevância. Educação Brasileira**. Brasília: 4 (9), pp 8-27, 2º sem., 1982.
- SANDER, B. **Gestão da Educação na América Latina**. Campinas: Autores Associados, 1995.
- SAUL, Ana Maria. **Avaliação Emancipatória: desafios à teoria e à prática de avaliação e reformulação de currículo**. São Paulo: Cortez, 1999.
- SCHWARTZMAN, S. Funções e Metodologias de Avaliação de Ensino Superior. Brasília: **Jornal dois Pontos**, Secretária da Educação Superior do MEC, Brasília: 1987.
- SCHWARTZMAN, J. Um Sistema de Indicadores para as Universidades Brasileiras. In: SGUISSARDI, Valdemar (org), **Avaliação Universitária em Questão**. Campinas: Autores Associados, 1997.
- SCHWARTZMAN, S. Funções e Metodologias de Avaliação do Ensino Superior. **Estudos e Debates**, nº 14, 1998, pp21-46.
- SCHWARTZMAN, J. **Dificuldades de se Construir um Ranking para Universidades Brasileiras**. Ensaio, v.3, nº 6, pp 5-28, Rio de Janeiro: 1995.

SEIFORD, L.N. A DEA Bibliografia (1978-1992). In: CHARNES, A. et al. ***Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications.*** Kluwer Academic Publishers, 1994.

SGUISSARDI, Valdemar. (org) ***Avaliação Universitária em Questão: reformas do estado e da educação superior.*** Campinas: Autores Associados, 1997.

WORTHEN, B.R. ***Visão Geral de Mosaico Formado pela Avaliação e Controle Educacional.*** Universidade do Colorado, 1974 (mimeo).

## **ANEXO 1**

### **TABELA 1 – BANCO DE DADOS DA PESQUISA**

Programas	Sigla da Instituição	Alunos Novos			Alunos Matriculados (Dezembro)			Alunos Titulados			Docentes Permanentes			Publicações		
		Me	Do	Total	Me	Do	Total	Me	Do	Total	Ndout	Dout	Total	Npais	Next.	Total
ENGENHARIA AERONÁUTICA E MECÂNICA	ITA	26,5	4,0	30,5	90,5	46,5	137,0	29,0	6,5	35,5	0,0	24,0	24,0	1,5	10,0	11,5
ENGENHARIA E TECNOLOGIA ESPACIAIS	INPE	10,5	2,5	13,0	18,5	11,0	29,5	5,0	3,0	8,0	0,0	7,5	7,5	2,0	12,5	14,5
BIOENGENHARIA	USP/SG	7,0	0,0	7,0	29,0	0,0	29,0	3,5	0,0	3,5	0,0	6,0	6,0	10,5	4,0	14,5
ENGENHARIA BIOMÉDICA	UFRJ	19,5	4,5	24,0	41,0	29,5	70,5	9,0	3,0	12,0	1,0	8,0	9,0	7,0	7,5	14,5
ENGENHARIA CIVIL	PUC-RIO	30,5	8,5	39,0	64,5	56,5	121,0	17,5	6,5	24,0	0,0	17,0	17,0	11,0	21,5	32,5
ENGENHARIA CIVIL	UFF	24,0	0,0	24,0	58,5	0,0	58,5	23,5	0,0	23,5	1,0	14,0	15,0	38,0	11,5	49,5
ENGENHARIA CIVIL	UFPB/C.G.	27,0	0,0	27,0	68,0	0,0	68,0	11,5	0,0	11,5	3,0	15,0	18,0	7,5	6,5	14,0
ENGENHARIA CIVIL	UFPE	8,0	0,0	8,0	30,0	0,0	30,0	7,0	0,0	7,0	3,0	13,0	16,0	9,0	4,0	13,0
ENGENHARIA CIVIL	UFRJ	74,0	28,0	102,0	154,5	135,0	289,5	32,5	18,0	50,5	1,0	21,5	22,5	11,0	16,5	27,5
ENGENHARIA CIVIL	UFSC	63,5	0,0	63,5	107,5	0,0	107,5	14,5	0,0	14,5	0,0	21,0	21,5	13,0	1,5	14,5
ENGENHARIA CIVIL	UFSCAR	9,0	0,0	9,0	22,5	0,0	22,5	4,0	0,0	4,0	0,0	9,5	9,5	2,5	1,0	3,5
ENGENHARIA CIVIL	UFV	12,5	0,0	12,5	23,0	0,0	23,0	6,5	0,0	6,5	0,0	4,5	4,5	2,0	0,5	2,5
ENGENHARIA CIVIL	UNICAMP	76,5	0,0	76,5	121,5	0,0	121,5	22,0	0,0	22,0	0,0	38,5	38,5	27,0	20,0	47,0
ENGENHARIA CIVIL	USP	77,0	16,5	93,5	230,0	149,5	379,5	28,0	22,0	50,0	0,0	40,0	40,0	73,0	17,0	90,0
ENGENHARIA CIVIL (ENGENHARIA DE ESTRUTURAS)	USP/SC	28,5	10,0	38,5	73,5	51,5	125,0	18,0	6,5	24,5	0,0	19,0	19,0	4,5	1,5	6,0
ENGENHARIA CIVIL (ESTRUTURAS)	UFRGS	29,0	7,5	36,5	75,0	31,5	106,5	18,0	1,5	19,5	2,5	19,0	21,5	42,5	16,5	59,0
ENGENHARIA CIVIL (RECURSOS HÍDRICOS)	UFC	15,0	0,0	15,0	19,0	0,0	19,0	6,0	0,0	6,0	0,0	11,5	11,5	3,5	2,0	5,5
ENGENHARIA DE ESTRUTURAS	UFMG	16,5	0,0	16,5	42,0	0,0	42,0	10,0	0,0	10,0	0,0	13,5	13,5	1,0	6,0	7,0
ENGENHARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL	UFRGS	19,0	14,0	33,0	41,0	35,0	76,0	8,5	2,5	11,0	1,0	10,0	11,0	5,0	2,0	7,0
ENGENHARIA HIDRÁULICA	UFPR	6,5	0,0	6,5	29,0	0,0	29,0	2,5	0,0	2,5	2,5	1,0	3,5	9,0	1,0	10,0
ESTRUTURAS	UNB	16,5	0,0	16,5	37,0	0,0	37,0	10,5	0,0	10,5	0,0	9,0	9,0	1,5	3,0	4,5
GEOTECNIA	UNB	14,0	6,0	20,0	35,5	11,0	46,5	11,5	0,0	11,5	0,0	7,0	7,0	6,5	7,0	13,5
GEOTECNIA	USP/SC	17,0	2,5	19,5	36,5	21,5	58,0	14,0	3,0	17,0	0,0	9,5	9,5	12,5	0,5	13,0
CIÊNCIA E ENGENHARIA DOS MATERIAIS	UFSCAR	40,5	26,0	66,5	87,0	102,5	189,5	20,5	8,0	28,5	0,0	38,0	38,0	75,5	80,5	156,0
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE POLÍMEROS	UFRJ	17,5	10,0	27,5	32,0	32,0	64,0	11,0	6,5	17,5	0,5	10,5	11,0	18,0	37,5	55,5
CIÊNCIA DOS MATERIAIS	IME	7,0	2,0	9,0	14,5	10,0	24,5	5,0	2,0	7,0	0,6	0,5	0,5	2,5	12,5	15,0
CIÊNCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS	USP/SC	26,0	14,5	40,5	71,5	50,5	122,0	13,0	1,5	14,5	0,0	43,5	43,5	18,5	57,0	75,5
ENGENHARIA DE MATERIAIS	FAENQUIL	15,5	5,0	20,5	21,0	11,5	32,5	3,5	1,5	5,0	0,0	7,5	7,5	3,0	10,0	13,0

Programas	Sigla da Instituição	Alunos Novos			Alunos Matriculados (Dezembro)			Alunos Titulados			Docentes Permanentes			Publicações		
		Me	Do	Total	Me	Do	Total	Me	Do	Total	Ndout	Dout	Total	Npais	Next	Total
ENGENHARIA DE MATERIAIS E PROCESSOS AVANÇADOS	UDESC	4,0	0,0	4,0	8,5	0,0	8,5	1,5	0,0	1,5	1,5	4,5	6,0	7,0	5,0	12,0
	PUC-RIO	16,5	4,5	21,0	46,5	20,5	67,0	6,0	1,0	7,0	0,0	16,0	16,0	13,0	32,5	45,5
	UFF	15,0	0,0	15,0	29,5	0,0	29,5	11,0	0,0	11,0	0,0	7,0	7,0	12,5	10,5	23,0
	UFRGS	29,5	23,5	53,0	91,5	71,5	163,0	38,5	10,0	48,5	0,0	17,5	17,5	22,0	14,0	36,0
	USP	8,0	6,0	14,0	40,0	30,5	70,5	5,5	5,5	11,0	0,0	9,5	9,5	14,0	17,0	31,0
	UFRJ	87,5	16,0	53,5	83,0	61,0	144,0	16,0	8,5	24,5	0,0	26,0	26,0	16,5	30,5	47,0
	UFMG	31,0	18,0	49,0	51,5	50,0	101,5	17,0	8,0	25,0	2,5	27,5	30,0	18,5	16,0	34,5
	UFPB/C.Q.	3,5	0,0	3,5	13,0	0,0	13,0	2,5	0,0	2,5	0,0	4,5	4,5	1,5	0,0	1,5
	USP	25,0	13,5	38,5	129,0	79,0	208,0	10,0	9,5	19,5	0,0	6,0	6,0	42,5	7,0	49,5
	UFRJ	104,5	64,0	168,5	278,5	271,0	549,5	38,5	29,5	68,0	0,5	13,0	13,5	34,5	8,0	42,5
ENGENHARIA (PESO OPERAC.E GERENC.DE PRODUÇÃO)	EFEl	10,0	0,0	10,0	34,0	0,0	34,0	5,5	0,0	5,5	1,5	7,0	8,5	1,5	0,5	2,0
	PUC-RIO	31,5	4,0	35,5	71,5	17,5	89,0	26,0	2,0	28,0	1,0	9,5	10,5	5,5	0,5	6,0
	UFF	46,0	0,0	46,0	138,0	0,0	138,0	13,0	0,0	13,0	2,0	8,0	10,0	15,0	3,0	18,0
	UFMG	16,0	0,0	16,0	33,0	0,0	33,0	2,0	0,0	2,0	1,0	0,0	1,0	3,5	0,0	3,5
	UFPB/J.P.	13,0	0,0	13,0	62,5	0,0	62,5	14,0	0,0	14,0	1,0	6,0	7,0	1,5	0,0	1,5
	UFRGS	23,0	0,0	23,0	68,0	0,0	68,0	15,5	0,0	15,5	0,0	7,0	7,0	28,0	3,0	31,0
	UFSC	234,0	84,5	318,5	708,5	355,5	1064,0	86,0	25,5	111,5	0,0	66,5	66,5	46,0	17,0	63,0
	UFSCAR	17,0	0,0	17,0	62,5	0,0	62,5	9,0	0,0	9,0	0,0	12,5	12,5	30,5	4,0	34,5
	UFSP	27,5	0,0	27,5	78,0	0,0	78,0	12,0	0,0	12,0	8,5	5,5	14,0	70,0	7,5	77,5
	ITA	4,5	0,0	4,5	11,5	0,0	11,5	5,0	0,0	5,0	0,0	5,5	5,5	2,0	0,0	2,0
ENGENHARIA DE INFRA-ESTRUTURA AERONAUTICA	UFRJ	30,5	5,5	36,0	52,5	25,0	77,5	16,5	2,5	19,0	0,0	7,0	7,0	44,5	5,5	50,0
	USP	30,5	11,5	42,0	62,0	42,0	104,0	8,5	4,0	12,5	0,5	5,0	5,5	11,5	1,5	13,0
	TRANSPORTES URBANOS	11,0	0,0	11,0	17,5	0,0	17,5	6,0	0,0	6,0	0,0	3,0	3,0	12,0	0,5	12,5
	ENGENHARIA DE ELETRICIDADE	24,0	0,0	24,0	43,0	0,0	43,0	4,0	0,0	4,0	1,0	10,0	11,0	8,0	3,5	11,5
	ENGENHARIA ELETRICA	33,0	5,5	38,5	76,0	15,5	91,5	19,0	0,0	19,0	0,0	12,5	12,5	2,5	11,5	14,0
	ENGENHARIA ELETRICA	13,0	0,0	13,0	21,5	0,0	21,5	6,0	0,0	6,0	7,5	4,0	11,5	15,5	6,0	21,5

Fonte: MEC / CAPES

Programas	Sigla da Instituição	Alunos Novos			Alunos Matriculados (Dezembro)			Alunos Titulados			Docentes Permanentes			Publicações		
		Me	Do	Total	Me	Do	Total	Me	Do	Total	Ndout	Dout	Total	Npais	Next.	Total
ENGENHARIA ELETRICA	PUC/RS	6,5	0,0	6,5	17,0	0,0	17,0	2,0	0,0	2,0	0,0	10,0	10,0	4,5	9,5	14,0
ENGENHARIA ELETRICA	PUC-RIO	38,5	17,0	55,5	98,0	65,5	163,5	29,5	7,5	37,0	4,5	32,0	36,5	5,0	33,5	38,5
ENGENHARIA ELETRICA	UFES	13,0	3,0	16,0	30,0	3,0	33,0	9,0	0,0	9,0	0,0	10,0	10,0	2,0	6,5	8,5
ENGENHARIA ELETRICA	UFMG	40,5	8,0	48,5	78,0	12,5	90,5	21,5	0,0	21,5	0,0	21,5	21,5	16,0	15,0	31,0
ENGENHARIA ELETRICA	UFPA	20,0	0,0	20,0	30,0	0,0	30,0	6,5	0,0	6,5	0,0	8,5	8,5	0,5	3,5	4,0
ENGENHARIA ELETRICA	UFPA/C.G.	18,5	12,0	30,5	51,5	55,0	106,5	13,0	5,5	18,5	0,0	16,0	16,0	5,5	10,0	15,5
ENGENHARIA ELETRICA	UFPE	11,5	0,0	11,5	31,0	0,0	31,0	7,0	0,0	7,0	0,0	10,0	10,0	0,5	3,0	3,5
ENGENHARIA ELETRICA	UF RJ	38,5	12,0	50,5	114,5	46,5	161,0	22,0	3,0	25,0	0,5	22,0	22,5	2,5	22,5	25,0
ENGENHARIA ELETRICA	UF RN	11,0	0,0	11,0	25,5	0,0	25,5	8,0	0,0	8,0	0,0	8,0	8,0	2,5	4,0	6,5
ENGENHARIA ELETRICA	UF SC	55,0	23,0	78,0	118,0	70,5	188,5	48,0	9,5	57,5	0,0	32,0	32,0	6,0	20,5	26,5
ENGENHARIA ELETRICA	UF SM	8,0	0,0	8,0	15,0	0,0	15,0	4,0	0,0	4,0	0,0	6,0	6,0	0,5	2,0	2,5
ENGENHARIA ELETRICA	UFU	33,0	11,5	44,5	93,0	30,5	123,5	29,0	0,0	29,0	0,0	15,0	15,0	8,0	7,0	15,0
ENGENHARIA ELETRICA	UNB	23,5	0,0	23,5	51,5	0,0	51,5	9,0	0,0	9,0	0,0	14,0	14,0	3,5	4,0	7,5
ENGENHARIA ELETRICA	UNESP/IS	24,5	0,0	24,5	35,5	0,0	35,5	6,0	0,0	6,0	0,0	15,0	15,0	2,5	4,5	7,0
ENGENHARIA ELETRICA	UNICAMP	108,0	79,0	187,0	245,5	266,0	511,5	71,0	41,0	112,0	0,5	83,5	84,0	23,0	108,0	131,0
ENGENHARIA ELETRICA	USP	102,0	33,0	135,0	265,0	202,0	467,0	51,5	31,0	82,5	0,0	52,5	52,5	12,0	51,5	63,5
ENGENHARIA ELETRICA	USP/SC	25,0	0,0	25,0	66,5	0,0	66,5	16,0	0,0	16,0	0,0	11,5	11,5	2,5	11,0	13,5
ENGENHARIA ELETRICA	CEFET/PR	36,5	0,0	36,5	85,5	0,0	85,5	25,0	0,0	25,0	0,5	17,0	17,5	3,5	9,0	12,5
ENGENHARIA ELETRICA E INFORMATICA INDUSTRIAL	ITA	21,5	4,0	25,5	100,5	56,0	156,5	21,0	2,0	23,0	0,0	23,0	23,0	2,0	2,5	4,5
ENGENHARIA ELETRONICA E COMPUTAÇÃO	UNICAMP	12,5	0,0	12,5	18,5	0,0	18,5	11,5	0,0	11,5	0,0	7,5	7,5	1,5	10,0	11,5
ENGENHARIA DE PETROLEO	EFEI	11,5	3,5	15,0	37,0	5,5	42,5	12,0	0,0	12,0	1,5	8,5	10,0	5,0	5,5	10,5
ENGENHARIA MECANICA	IME	8,0	0,0	8,0	11,5	0,0	11,5	8,0	0,0	8,0	0,0	2,5	2,5	8,0	1,5	9,5
ENGENHARIA MECANICA	PUC-RIO	14,0	10,5	24,5	45,0	0,0	79,5	11,5	3,5	15,0	0,0	16,0	16,0	2,5	13,5	16,0
ENGENHARIA MECANICA	UFF	12,0	0,0	12,0	18,5	0,0	18,5	0,5	0,0	0,5	0,0	7,5	7,5	1,0	9,5	10,5
ENGENHARIA MECANICA	UFMG	22,0	0,0	22,0	34,0	0,0	34,0	7,5	0,0	7,5	0,0	15,5	15,5	7,5	15,0	22,5
ENGENHARIA MECANICA	UFPA	11,5	0,0	11,5	23,0	0,0	23,0	2,0	0,0	2,0	0,5	4,0	4,5	0,5	3,0	3,5
ENGENHARIA MECANICA	UFPA/C.G.	4,0	0,0	4,0	18,0	0,0	18,0	3,0	0,0	3,0	0,0	2,0	2,0	1,5	1,5	3,0
ENGENHARIA MECANICA	UFPA/J.P.	7,0	0,0	7,0	25,0	0,0	25,0	6,0	0,0	6,0	0,0	10,0	10,0	1,5	5,0	6,5
ENGENHARIA MECANICA	UFRGS	31,5	4,0	35,5	77,0	33,5	110,5	13,0	4,0	17,0	0,0	4,0	4,0	1,0	7,0	8,0

Fonte: MEC / CAPES

Programas	Sigla da Instituição	Alunos Novos			Alunos Matriculados (Dezembro)			Alunos Titulados			Docentes Permanentes			Publicações		
		Me	Do	Total	Me	Do	Total	Me	Do	Total	Ndout	Dout	Total	Npaís	Next.	Total
ENGENHARIA MECANICA	UFRJ	38,0	7,5	40,5	82,0	49,0	131,0	13,5	6,5	20,0	0,0	20,5	20,5	1,0	22,5	23,5
ENGENHARIA MECANICA	UFRR	11,0	0,0	11,0	59,5	0,0	59,5	12,0	0,0	12,0	0,0	12,0	12,0	1,5	2,5	4,0
ENGENHARIA MECANICA	UFSC	66,5	18,5	85,0	138,5	83,5	222,0	30,0	8,5	38,5	0,5	35,5	36,0	29,0	19,5	48,5
ENGENHARIA MECANICA	UFU	22,5	9,0	31,5	40,5	28,0	68,5	13,5	0,0	13,5	0,0	17,5	17,5	7,0	11,5	18,5
ENGENHARIA MECANICA	UNB	13,0	0,0	13,0	24,0	0,0	24,0	8,0	0,0	8,0	0,0	4,5	4,5	1,0	3,5	4,5
ENGENHARIA MECANICA	UNESP/GUAR	15,5	12,0	27,5	38,0	25,0	63,0	11,5	0,5	12,0	0,0	13,5	13,5	13,0	13,0	26,0
ENGENHARIA MECANICA	USP	22,0	8,0	30,0	74,5	61,0	135,5	14,5	4,5	19,0	0,0	21,5	21,5	22,0	22,5	44,5
ENGENHARIA MECANICA	USP/SC	30,5	8,0	38,5	95,0	83,0	178,0	20,0	11,5	31,5	0,0	24,0	24,0	12,5	6,5	19,0
ENGENHARIA MECANICA	USP	14,0	3,0	17,0	39,5	13,0	52,5	9,0	1,0	10,0	0,0	12,0	12,0	6,0	10,0	16,0
ENGENHARIA NAVAL	FURG	10,0	0,0	10,0	19,0	0,0	19,0	2,0	0,0	2,0	0,0	7,0	7,0	0,5	0,5	1,0
ENGENHARIA OCEANICA	UFRJ	27,5	4,5	32,0	47,0	25,5	72,5	12,0	3,5	15,5	1,0	14,0	15,0	7,0	4,0	11,0
CIENCIAS TECNICAS NUCLEARES	UFMG	10,0	0,0	10,0	27,0	0,0	27,0	9,0	0,0	9,0	3,5	3,0	6,5	4,0	3,5	7,5
ENGENHARIA NUCLEAR	IME	8,0	0,0	8,0	14,5	0,0	14,5	5,5	0,0	5,5	1,5	4,5	6,0	2,5	0,5	3,0
ENGENHARIA NUCLEAR	UFRJ	19,5	10,0	29,5	47,5	48,5	96,0	9,0	4,5	13,5	0,0	9,5	9,5	1,5	6,5	8,0
TECNOLOGIA NUCLEAR	USP	56,0	28,5	84,5	164,5	127,0	291,5	25,0	18,0	43,0	0,5	46,0	46,5	73,0	84,5	157,5
TECNOLOGIAS ENERGETICAS NUCLEARES	UFPE	10,0	3,0	13,0	17,5	3,0	20,5	3,0	0,0	3,0	0,0	14,0	14,0	4,0	5,0	9,0
ENGENHARIA QUIMICA	UEM	13,5	0,0	13,5	24,0	0,0	24,0	7,5	0,0	7,5	0,0	8,5	8,5	17,5	4,5	22,0
ENGENHARIA QUIMICA	UFBA	10,0	0,0	10,0	25,0	0,0	25,0	5,0	0,0	5,0	0,5	6,5	7,0	3,0	2,5	5,5
ENGENHARIA QUIMICA	UFMG	7,0	0,0	7,0	13,5	0,0	13,5	6,0	0,0	6,0	0,5	5,0	5,5	1,0	5,0	6,0
ENGENHARIA QUIMICA	UFPA	6,5	0,0	6,5	16,5	0,0	16,5	2,0	0,0	2,0	0,0	0,5	0,5	3,0	0,0	3,0
ENGENHARIA QUIMICA	UFPB/C.G.	7,5	0,0	7,5	26,5	0,0	26,5	8,0	0,0	8,0	0,0	8,0	8,0	6,0	8,0	14,0
ENGENHARIA QUIMICA	UFPE	6,5	0,0	6,5	15,0	0,0	15,0	4,0	0,0	4,0	0,0	8,0	8,0	3,5	10,0	13,5
ENGENHARIA QUIMICA	UFRGS	12,0	0,0	12,0	16,5	0,0	16,5	1,5	0,0	1,5	0,0	7,0	7,0	20,0	15,0	35,0
ENGENHARIA QUIMICA	UFRJ	26,5	11,0	37,5	35,5	72,5	108,0	18,5	10,0	28,5	0,0	14,5	14,5	5,5	35,0	40,5

Fonte: MEC / CAPES



Programas	Sigla da Instituição	Alunos Novos			Alunos Matriculados (Dezembro)			Alunos Titulados			Docentes Permanentes			Publicações		
		Me	Do	Total	Me	Do	Total	Me	Do	Total	Ndout	Dout	Total	Npals	Next.	Total
ENGENHARIA QUÍMICA	UFRN	7,5	0,0	7,5	23,5	0,0	23,5	6,5	0,0	6,5	0,0	9,5	9,5	4,5	6,0	10,5
	UFSC	15,5	0,0	15,5	25,5	0,0	25,5	7,5	0,0	7,5	0,0	7,0	7,0	2,0	5,0	7,0
	UFSCAR	20,5	10,5	31,0	37,5	37,5	75,0	17,0	7,0	24,0	0,0	13,5	13,5	8,0	14,5	22,5
	UFU	11,5	0,0	11,5	21,5	0,0	21,5	3,0	0,0	3,0	0,0	9,0	9,0	9,0	2,5	11,5
	UNICAMP	49,5	43,0	92,5	128,5	135,5	264,0	38,0	15,5	53,5	0,0	38,0	38,0	6,0	32,5	38,5
	USP	18,5	12,5	31,0	47,5	58,5	106,0	5,5	7,5	13,0	0,0	20,5	20,5	11,0	19,0	30,0
TECNOLOGIA DE PROCESSOS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS	UFRJ	28,5	12,5	41,0	49,0	51,5	100,5	14,0	1,5	15,5	0,0	16,5	16,5	15,0	37,5	52,5
	USP/SC	21,0	9,5	30,5	57,5	50,5	108,0	17,5	8,0	25,5	0,0	4,0	4,0	17,5	23,5	41,0
	UFSC	31,0	0,0	31,0	62,5	0,0	62,5	8,5	0,0	8,5	1,0	14,5	15,5	6,5	6,0	12,5
ENGENHARIA HIDRAULICA E SANEAMENTO	USP/SC	36,0	14,0	50,0	108,5	86,5	195,0	34,0	16,5	44,5	0,0	13,5	13,5	8,0	11,0	19,0
	UFMG	19,0	0,0	19,0	45,0	0,0	45,0	15,0	0,0	15,0	0,0	13,5	13,5	8,0	5,5	13,5
	UNB	7,5	0,0	7,5	15,0	0,0	15,0	2,5	0,0	2,5	0,0	5,5	5,5	1,5	3,0	4,5